DIE NATURWISSENSCHAFTEN

16. Jahrgang | 21. Dezember 1928 | Heft 51

Die Entwicklung der Eötvösschen Originaldrehwagen.

Von D. Pekár, Budapest.

(Direktor des Baron Roland Eötvös Geophysikalischen Institutes.)

Vor mehreren Jahren habe ich eben in dieser Zeitschrift die geophysikalischen Messungen des Barons Roland Eötvös[1] behandelt, die er größtenteils in Ungarn zur ausführlichen Erforschung der Schwerkraft unternommen hatte. Zu diesem Zweck arbeitete Eötvös eine eigenartige, neue Methode aus und konstruierte ein neues, fast unglaublich empfindliches Instrument, *die Gravitationsdrehwage*. Wie ich es in dem oben erwähnten Artikel ausführlich behandelte, kann man mit diesem Apparate die räumlichen Veränderungen der Schwerkraft bestimmen, und zwar sowohl *die Gradienten* und ihre Richtungen als auch die *horizontalen Richtkräfte*, welche in die *Krümmungsverhältnisse* der Niveaufläche Einblick gestatten. Mit Hilfe der Gradienten kann man die Werte der Schwerkraft an den einzelnen Beobachtungsstationen berechnen und hernach die Linien gleicher Schwerkraft, die sog. *Isogammen*, aufzeichnen. Die Beobachtungsresultate kann man am zweckmäßigsten graphisch auf Karten eintragen, welche somit die Störungen im Schwerkraftsfelde mit der größten Ausführlichkeit darstellen. Diese Störungen werden einerseits durch die auf der Erdoberfläche hervorragenden sichtbaren, andererseits durch die unterirdischen Massen verschiedener Dichte und Konfiguration hervorgerufen. Da aber die charakteristische Größe der Anziehungskraft, nämlich die Gravitationskonstante nur den Wert von $66{,}3 \cdot 10^{-9}$ CGS besitzt, sind die Störungen auch ähnlicher Größenordnung. Eben deshalb muß man auch die mit der Drehwage gemessenen Größen mit einer Genauigkeit von $1 \cdot 10^{-9}$ CGS bestimmen, welcher Wert jetzt allgemein als die „Eötvös"-Einheit genannt und mit „E" bezeichnet wird.

Die Drehwage, als ein hochempfindliches und verläßliches Instrument, kann zu verschiedenen Untersuchungen sowohl auf wissenschaftlichem als auch auf praktischem Gebiete benutzt werden. In der *Physik* können damit sehr kleine Kräfte gemessen werden. Mit diesem Apparate hatten Baron Roland Eötvös, D. Pekár und E. Fekete jene wichtigen Versuche ausgeführt, durch welche sie die Proportionalität der Trägheit und Gravität bis zu einer Genauigkeit von $^1/_{200\,000\,000}$ bewiesen und im Jahre 1909 den Benecke-Preis der Göttinger Universität erwarben[2]. Der Beweis dieser Tatsache gewann neuerdings an Wichtigkeit, da diese ein grundlegendes Postulat der Einsteinschen allgemeinen Relativitätstheorie bildet. In *der Geophysik* können mit diesem Apparat verschiedene Probleme, so z. B. die Frage der Isostasie, untersucht werden. In *der Seismologie* kann man mit dieser Methode die gefährlichen tektonischen Linien sowie die seismischen oder vulkanischen Massenverschiebungen erforschen. In *der Geodäsie* erhalten wir wertvolle und unmittelbare Daten über die wahre Gestalt der Erdoberfläche. In der *Geologie* können wir aus den Ergebnissen der Drehwagenmessungen wichtige Folgerungen über unterirdische Schichten und deren Konfigurationen ziehen.

In neuerer Zeit findet das Eötvössche Instrument bei *den praktischen Bergschürfungen* eine immer größere Verwendung. Auf Grund von Drehwagenmessungen können nämlich unmittelbare Folgerungen auf den Zug der unterirdischen Schichten gemacht werden. Es können damit die unterirdischen Abhänge, die höchsten und tiefsten Stellen der Schichten, die Antiklinalen und Synklinalen, ferner die stufenförmigen, unterirdischen Gebilde, die Verwerfungen usw. ermittelt werden, deren Kenntnis oft von höchster praktischer Bedeutung ist. Außerdem kann man mit diesem Instrument in unmittelbarer oder mittelbarer Weise wertvolle Bergschätze erforschen.

Unmittelbar kann man das Vorkommen solcher Stoffe nachweisen, deren Dichte von der Umgebung verschieden ist. Einerseits Stoffe größerer Dichte, z. B. gewisse Erzlager usw.; andererseits solche von kleinerer Dichte, besonders Salzhorste, wie das die in Ungarn und in Amerika ausgeführten Drehwagenmessungen bewiesen haben.

Mittelbar können solche Stoffe nachgewiesen werden, welche selbst zwar keine Schwerkraftsstörung hervorrufen, deren Vorkommen jedoch zu solchen unterirdischen Konfigurationen gebunden ist, die mit der Drehwage erforscht werden können. Auch in diesem Falle kann das Eötvössche Instrument nach Umständen vielfache Anwendungen finden, unter denen *die Erforschung von Erdöl und Erdgas* am wichtigsten und in der ganzen Welt am meisten verbreitet ist. Erdöl und Erdgas kommen nämlich nach geologischen Erfahrungen in mannigfacher Weise vor.

1. So am Rande von Salzhorsten, wie man es auf den weit ausgedehnten Ebenen von Texas und auch in Deutschland gefunden hat; 2. Entlang dem Durchbruch von magmatischen Gesteinen größerer Dichte, nach amerikanischen Erfahrungen; 3. In

[1] D. Pekár, *Die geophysikalischen Messungen des Barons Roland v. Eötvös.* 7, 149–159 (1919).

[2] R. v. Eötvös, D. Pekár und E. Fekete, *Beiträge zum Gesetze der Proportionalität von Trägheit und Gravität.* Ann. Physik, IV. F., **68**, 11–66 (1922).

der Nähe von Verwerfungen; 4. Endlich auf den unterirdischen Erhebungen, auf den Antiklinalen bzw. auf den Domen, was auch die ungarischen Messungen bewiesen haben. Alle diese unterirdischen Gebilde kann man mit der Drehwage gut und sicher nachweisen und dadurch das Erdöl und das Erdgas mittelbar erforschen. Auf ähnliche Weise lassen sich auch öfters der Zug und die Tiefe von wasserhaltigen Schichten bestimmen. Noch in vielen anderen Fällen kann man die EÖTVÖSsche Drehwage mit Erfolg anwenden, wo die unterirdischen Gebilde praktische Bedeutung haben. Besonders auf *flachen Gebieten ist die Drehwage unentbehrlich, da hier die gewöhnlichen geologischen Methoden versagen* und wo man bisher nur durch kostspielige Probebohrungen sichere Auskunft erhalten konnte. Die Hügel und Gebirgsgebiete sind nämlich geologisch leicht zugänglich, da an den hervortretenden Gesteinen die Neigung der Schichten bestimmbar ist und eben deshalb sind diese Gebiete schon ziemlich ausgebeutet. Wegen den gegenwärtigen wirtschaftlichen Verhältnissen ist die Ausbeutung der unter den flachen Gebieten verborgenen Bergschätze sehr wichtig, wozu die EÖTVÖSsche Drehwage nützliche Anhaltspunkte bietet.

Mit Rücksicht auf die hohe Wichtigkeit und vielfache Anwendbarkeit der Drehwage wird ein kurzer historischer Rückblick auf die Schwerkraftsforschungen von EÖTVÖS und auf die Entwicklung seiner Apparate von allgemeinem Interesse sein. EÖTVÖS begann seine Forschungen in den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts und setzte sie fast ununterbrochen bis zu seinem Tode im Jahre 1919 fort. Die Drehwage selbst ist im wesentlichen ein an einem dünnen Draht aufgehängter leichter horizontaler Balken, welcher an beiden Enden mit größeren Gewichten belastet ist. EÖTVÖS gebrauchte bei seinen Versuchen Drehwagen von zwei verschiedenen Formen. Bei einem Type sind diese Gewichte in gleicher Höhe, bei dem anderen ist das eine Gewicht in einer tieferen Lage mit einem dünnen Draht an dem Balkenende aufgehängt. Im allgemeinen hat die Schwerkraft, die auf die beiden an den Balkenenden befindlichen Massen wirkt, verschiedene Richtung und Größe, und dieser Differenz entsprechend entsteht eine kleine horizontale Komponente, welche den Balken gegen die Elastizitätskraft des Torsionsdrahtes in der horizontalen Ebene dreht. Nach der Theorie kann man mit der *Drehwage erster Form* nur zwei Größen bestimmen, welche die Gestalt der Erdoberfläche, *die Krümmungsverhältnisse der Niveaufläche* charakterisieren. Die *Drehwage zweiter Form* liefert außerdem noch zwei andere Größen, welche die *Veränderung der Schwerkraft in der horizontalen Ebene, den Gradienten*, bestimmen. Sie gibt also mehr, insgesamt vier Größen, von denen hinsichtlich der Folgerungen auf unterirdische Verhältnisse gerade die Werte der Gradienten besonders wichtig sind; deshalb gebraucht man in den praktischen Feldmessungen fast ausschließlich den Apparat zweiter Form. Die Drehwage erster Form hat dagegen mehr in wissenschaftlichen Messungen, so in der Geodäsie, größere Bedeutung. Ich will zuerst die Entwicklung der Drehwage zweiter Form behandeln.

Die ersten Versuchsapparate von EÖTVÖS wurden am Beginn der achtziger Jahre, und zwar in der Fabrik der *Ferdinand Süss Präzisions Mechanischen und Optischen Anstalt A. G. Budapest* verfertigt; die sämtlichen späteren und auch die gegenwärtigen neuesten Modelle werden von dieser Firma hergestellt. Ohne in die Behandlung dieser Versuchsapparate näher einzugehen, führen wir in Fig. 1 ein schon vollkommeneres Instrument vor, welches EÖTVÖS im Jahre 1890 konstruiert und *Horizontales Variometer* genannt hatte. Mit dieser Benennung wollte er andeuten, daß man mit dem Apparate an erster Stelle die Veränderung der Schwerkraft in der horizontalen Ebene, den Gradienten mißt. Dieser Apparat wurde schon in einigen Feldmessungen angewandt und auch an der ungarischen Millenarausstellung im Jahre 1896 in Budapest ausgestellt. Außer dem an dem Torsionsbalken befestigten befindet sich an dem Gehäuse des Apparates noch ein anderer feststehender Spiegel, und so ist es möglich, mit Hilfe dieser beiden Spiegeln, sowie des Fernrohres und der Skala die jeweilige Gleichgewichtslage und deren Veränderungen zu bestimmen. Dabei ist das Fernrohr und die Skale gegenüber dem Spiegel auf einem separaten Gestell angebracht. Die Handhabung des Apparates ist ziemlich umständlich, da man nach dem Drehen des Apparates mit dem Fernrohrgestell folgen und das von den Spiegeln reflektierte Bild von neuem aufsuchen muß. Der Drehungswinkel des Apparates wird mit einem am Apparat befestigten Kompaß gemessen. Die wichtigsten Daten des Apparates sind folgende: der Platintorsionsdraht mit einem Durchmesser von 0,004 cm ist 110 cm lang; der Torsionsarm des tiefer aufgehängten Gewichtes ist 13,2 cm, somit ist die ganze Länge des Torsionsbalkens etwas mehr als das zweifache des Torsionsarmes; der aufgehängte Metallzylinder hat ein Gewicht von 30 g, und die

Fig. 1. Horizontales Schwerevariometer vom Jahre 1890.

Entfernung seines Schwerpunktes vom Wagebalken beträgt 103 cm.

Die einfache Drehwage, veranschaulicht in Fig. 2, wurde schon im Jahre 1898 verfertigt und im Jahre 1900 in Paris ausgestellt. Das Fernrohr und die Skale sind hier mit Hilfe eines festen Armes am Gehäuse des Instrumentes befestigt und werden zusammen mit dem Instrument gedreht, was die Beobachtungen wesentlich erleichtert. Der Drehungswinkel wird an dem Gestell befestigten Horizontalkreis abgelesen. Dieses Modell war schon ein brauchbares Feldinstrument, mit welchem

Fig. 2. Einfache Drehwage vom Jahre 1898.

EÖTVÖS am Beginn dieses Jahrhunderts seine ersten regelmäßigen Messungen im Freien ausführte. Um die Berechnungen der Wirkung der sichtbaren Massenunebenheiten, der sog. Terrainwirkung zu vermeiden, wurden die ersten Messungen am Eise des Balatonsees vorgenommen. Darauf wurden die Messungen in der großen ungarischen Tiefebene fortgesetzt, wo man schon natürlich die in der Nähe des Apparates befindlichen Unebenheiten in Betracht ziehen mußte. Dies war eines jener Instrumente, die EÖTVÖS, PEKÁR und FEKETE zu den Untersuchungen über die Proportionalität der Trägheit und Gravität benützten. Dieser Apparat wurde für einige Jahre dem Prof. SCHUMANN geliehen, welcher damit seine Messungen im Wiener Becken ausführte. Der Torsionsdraht des Instrumentes hat ebenfalls einen Durchmesser von 0,004 cm, seine Länge beträgt aber nur 56 cm. Der Drehungsarm des unteren Gewichtes ist 20 cm, und die volle Länge des wagerechten Balkens ist hiermit etwas mehr als 40 cm. Das Gewicht des hängenden Platinzylinders beträgt 25,4 g, die Entfernung seines Schwerpunktes vom Balken 64,8 cm.

Fig. 3 zeigt den Querschnitt desselben Instrumentes. Das schwingende Gehänge befindet sich innerhalb einer doppelten bzw. dreifachen Messinghülse, um gegen die äußeren störenden Einflüsse genügend geschützt zu sein. Nach der Theorie muß man diesen Apparat in fünf verschiedenen Azimuthen, in fünf Stellungen beobachten, um die zu bestimmenden vier Größen zu erhalten.

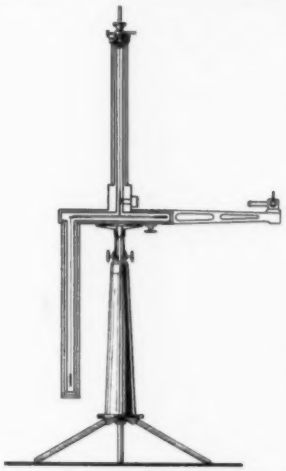


Fig. 3. Querschnitt der einfachen Drehwage.

Das in *Fig. 4* abgebildete Modell ist im wesentlichen dem vorhererwähnten Apparat ähnlich; nur in der Konstruktion besteht ein gewisser Unterschied. Beim Transport des älteren Apparates mußte man denselben vorher öffnen, den Torsionsdraht entlasten, den Wagebalken mit geeigneten Platten und Schrauben festmachen, den Aufhängungsdraht mit dem niederhängenden Gewicht herausheben und den ganzen Apparat in mehrere Teile zerlegt in die Instrumentenkiste unterbringen. Alle diese Verfahren waren ziemlich langwierig und umständlich, außerdem bewies es sich für unvorteilhaft, daß man das Instrument im Felde so häufig öffnen mußte. In dem neuen Modell wurde deshalb der obere Hauptbestandteil des Apparates, welcher das ganze schwingende Gehänge enthält, als ein Stück verfertigt; eine geeignete Vorrichtung ermöglicht es, sowohl den Wagebalken als auch das niederhängende Gewicht von außen festzuklemmen, und so dieses beim Transport ohne weiteres in die Instrumentenkiste zu legen. Das

Gestell selbst besteht nur aus zwei Teilen, aus einem Sockel und einem Dreifuß. Dieses Instrument wurde für das South Kensington Museum in London bei der Firma Süss noch vor dem Weltkriege bestellt, wurde aber erst im Jahre 1920 übernommen und im Science Museum ausgestellt.

Um die Beobachtungszeit zu verkürzen, ersann EÖTVÖS noch im Jahre 1902 eine *doppelte Drehwage*, welche aus *Fig. 5* ersichtlich ist. Dieser Apparat besteht eigentlich aus zwei voneinander ganz unabhängigen Drehwagen, welche aber an einem gemeinsamen Sockel angebracht sind. Die Wagebalken stehen zu einander parallel, aber entgegengesetzt, was auch aus der Lage der unteren Röhren erhellt. Mit diesem Instrument beobachtet man gleichzeitig eigentlich zwei Apparate; infolgedessen genügen zur Berechnung der zu bestimmenden Größen Beobachtungen in wenigeren, insgesamt in drei verschiedenen Stellungen. Die einzelnen Apparate sind der in *Fig. 2* dargestellten Drehwage ganz ähnlich. Auch dieses Instrument wurde von EÖTVÖS, PEKÁR und FEKETE bei ihren Untersuchungen über die Proportionalität der Trägheit und Gravität benutzt.

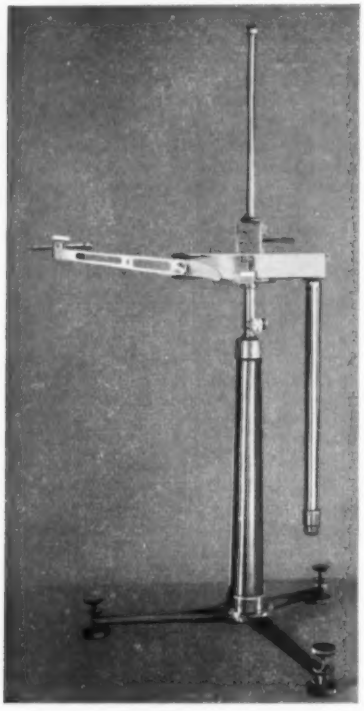


Fig. 4. Einfache Drehwage vom Jahre 1914—1920, mit Arretiervorrichtung von außen. Ausgestellt im Science Museum in London.

Nach diesem Apparat ließ Prof. HECKER in dem Preußischen Geodätischen Institute zu Potsdam die erste deutsche Drehwage herstellen. Zu diesem Zwecke stellte ihm EÖTVÖS nicht nur sämtliche Daten des Instrumentes bereitwillig zur Verfügung, sondern gab ihm auch einige gute Torsionsdrähte. Von diesem Potsdamer Apparat ausgehend, konstruierte Prof. SCHWEYDAR das Drehwagemodell der „Askania-Werke" in Berlin-Friedenau. Bei sämtlichen deutschen Instrumenten wurde die visuelle Fernrohrablesung mit der photographischen Registrierung ersetzt. EÖTVÖS selbst befaßte sich eingehend mit der photographischen Registrierung

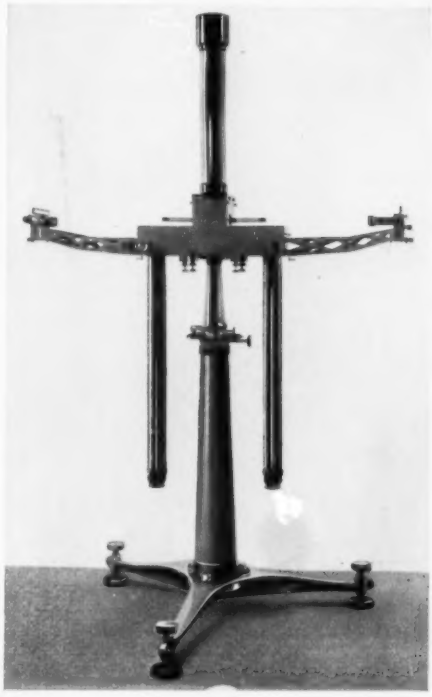
Fig. 5. Doppelte Drehwage vom Jahre 1902.

und seine registrierten Gravitationsbeobachtungen konnte man schon im Jahre 1900 an der Ausstellung in Paris sehen. Die Registrierung erwies sich aber bei den Feldmessungen in vieler Hinsicht als unzweckmäßig, weshalb wir selbst sie nicht gebrauchen[1]. Die Wärme der Registrier-

[1] D. PEKÁR, *Die bei Feldmessungen angewendete Drehwage des Baron Roland v. Eötvös*, Z. Instrumentenkunde **42**, 173—178 (1922); *Die Anwendbarkeit der Eötvösschen Drehwage im Felde*. Z. Instrumentenkunde **43**, 187—195 (1923); *Die Entwicklung, Empfindlichkeit und Verläßlichkeit der Eötvösschen Original-Drehwagen*. Z. Instrumentenkunde **45**, 486 bis 493 (1925).

lampe stört nämlich das Instrument. Die Instandhaltung der Lichtquellen und der automatischen Registrier- und Drehvorrichtung ist in entlegenen Gebieten schwer und umständlich. Es treten im Betrieb dieser Vorrichtungen besonders unter ungünstigen meteorologischen Verhältnissen öfters Störungen auf, die neue Fehlerquellen bilden. Man bemerkt sowohl diese, als auch andere bei der Benützung der Drehwage manchmal auftretenden Störungen erst nachträglich bei der Entwickelung der Registrierplatten, wogegen man bei der Fernrohrablesung die etwaigen Störungen sofort wahrnimmt, die gestörte Beobachtung wiederholen und so alle Beobachtungsreihen nutzbar machen kann. Die nachträgliche Wiederholung einiger unbrauchbarer Stationen verursacht nämlich im schlechten Gelände oft große Schwierigkeiten und beträchtlichen Zeitverlust. Die Entwickelung und Handhabung der photographischen Platten ist im Freien, besonders bei schlechtem Wetter, beschwerlich. Man muß die Platten nachträglich ausmessen, wogegen bei der visuellen Beobachtung die numerischen Daten unmittelbar zur Verfügung stehen, das Beobachtungsergebnis ist sofort annähernd bekannt und kann unmittelbar ganz genau berechnet werden, was mit Rücksicht auf die planmäßige Ausbauung des Beobachtungsnetzes sehr wichtig ist. Der einzige Vorteil der Registrierung liegt in der Bequemlichkeit für den Beobachter, was zwar auch wichtig ist, doch im Vergleich zu den vielen aufgezählten Nachteilen nicht in Betracht kommen kann, um so weniger, da die subjektive Beobachtung bei zweckmäßiger Arbeitseinteilung gar nicht anstrengend ist. Die obenerwähnten Nachteile der Registrierung werden auch durch neuere Erfahrungen in Amerika bestätigt, wo die Eötvössche Drehwage sehr verbreitet ist. Die Registrierung wird dort immer weniger angewandt, hauptsächlich deshalb, weil die Instandhaltung der automatischen Vorrichtungen einen besonderen Mechaniker erfordert. Die wichtigsten Daten dieses Instrumentes sind die folgenden: Durchmesser der Torsionsdrähte 0,004 cm, Länge derselben 56 cm. Der Drehungsarm der niederhängenden Gewichte beträgt 20 cm, und dementsprechend ist die ganze Länge der Wagebalken etwas über 40 cm. Das Gewicht der niederhängenden Platinzylinder ist 28,1 g, die Entfernung des Schwerpunktes vom Balken 67,0 cm.

Schon im Jahre 1907 konstruierte EÖTVÖS *neue doppelte Drehwagen*, bei welchen, sowie bei dem in *Fig. 4* veranschaulichtem, einfachem Apparate, der das schwingende Gehänge einschließende obere Teil aus einem Stück besteht und sowohl die Wagebalken als auch die unteren Gewichte mit Hilfe geeigneter Vorrichtungen von außen her arretierbar sind. Solche Apparate wurden einerseits bei unseren Feldmessungen gebraucht, andererseits in 1909 nach Japan, in 1910 nach Croatien, in 1911 nach Italien usw. versendet. Die im Laboratorium ausgeführten Versuche und bei den Feldmessungen erworbenen Erfahrungen führten zu vielen neuen Abänderungen und Vervollkommnungen der neuen Konstruktionen, womit aber die äußere Gestalt der Instrumente sich wenig änderte. Fig. 6 stellt das im Jahre 1924 konstruierte Modell des unter der Leitung von D. PEKÁR stehenden Baron ROLAND EÖTVÖS Geophysikalischen Institutes dar. Von diesen Drehwagen wurden besonders nach Amerika ganze Reihen versandt. Diese Instrumente wurden außer einigen beweglichen Bestandteilen fast ganz aus Aluminium verfertigt. Auf diese Weise wurde ihr Gewicht wesentlich vermindert, was den Transport beträchtlich erleichtert. Die Arretiervorrichtung der Balken und der niederhängenden Gewichte ist so konstruiert und der Apparat ist so in den Kasten befestigt, daß er in beliebiger Lage transportierbar ist. Um den Preis des Apparates zu vermindern, verwendeten wir anstatt Platin Goldgewichte. Bei der Konstruierung des Apparates wurde besondere Sorgfalt angewandt, um den Einfluß der äußeren störenden Wirkungen womöglich ganz zu beseitigen. Auf diese Weise erreichten wir, daß unsere Instrumente auch unter den ungünstigsten Witterungsverhältnissen gute und verläßliche Resultate liefern.



Eig. 6. Doppelte Drehwage mit Arretiervorrichtung von außen, konstruiert im Eötvös-Institute im Jahre 1924.

In diesem Modell hat der Torsionsdraht ebenfalls den Querschnitt von 0,004 cm, und die Länge von 56 cm. Der Drehungsarm des niederhängenden Goldzylinders beträgt 20 cm, sein Gewicht 29,5 g, die Entfernung seines Schwerpunktes vom Balken 66,0 cm.

EÖTVÖS selbst konstruierte schon *kleinere Apparate*, von denen das erste, im Jahre 1908 verfertigte Modell in Fig. 7 ersichtlich ist. Die Verminderung der Dimensionen des Apparates erleichtert wesentlich den Transport, was in weglosen

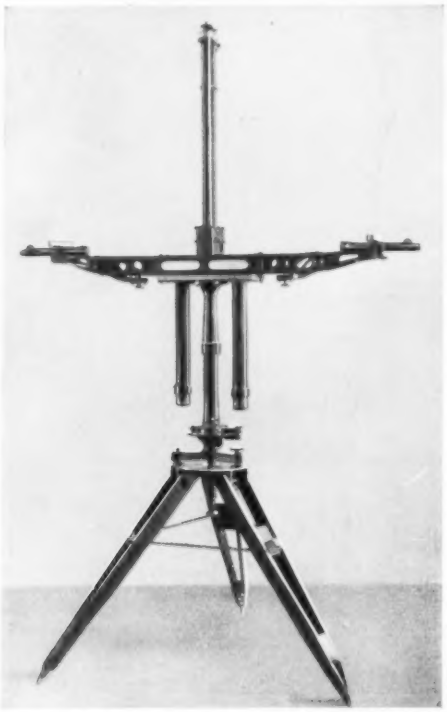


Fig. 7. Doppelte Drehwage kleineren Types vom Jahre 1908.

Gebieten eine große Bedeutung hat. Außerdem erwachsen, vom theoretischen Standpunkt betrachtet, gewisse Vorteile, wenn man an einem dünneren Draht aufgehängten kleineren Wagebalken anwendet. Dieser Apparat ist auch von außen her arretierbar und ist somit für Feldmessungen besonders geeignet. Für einige Jahre wurde dieses Instrument Prof. KOENIGSBERGER in Freiburg ausgeliehen, welcher damit im Verein mit Prof. HECKER einige ausführliche Messungen in Deutschland verrichtete. Nach diesem Instrument wurde das Drehwagemodell der Gesellschaft für Praktische Geophysik in Freiburg i. Br. konstruiert. Wir haben später auf die Torsionsröhren sowie auf die unteren Röhren besondere Aluminiumhülsen angebracht und erreichten damit, daß das Instrument auch in Tropengegenden, in Indien, tadellos arbeitete. In diesem Apparate hat der 56 cm lange Torsionsdraht den Durchmesser von nur 0,002 cm. Der Drehungsarm des unteren Gewichtes ist 10 cm, und dementsprechend ist die ganze Länge des Balkens etwas mehr als 20 cm. Das Gewicht des hängenden Platinzylinders ist 8,1 g, die Entfernung seines Schwerpunktes vom Balken beträgt 31,5 cm.

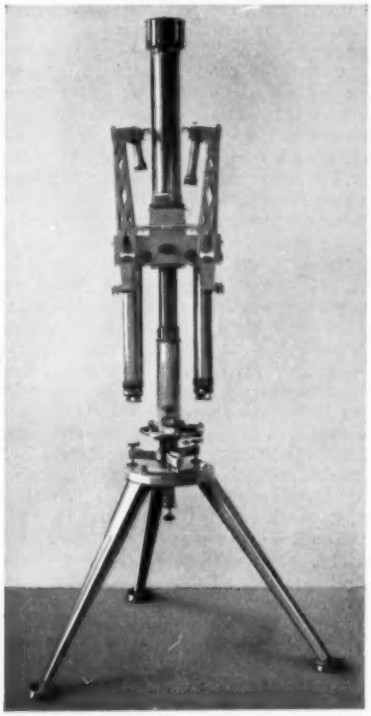


Fig. 8. Doppelte Drehwage kleineren Types, konstruiert im EÖTVÖS-Institute im Jahre 1925. Spezielles Feldinstrument.

Später hat das EÖTVÖS-Institut unter der Leitung von D. PEKÁR neuere kleinere Apparate konstruiert, bei welchen die Vorteile des früher erwähnten kleinen, sowie der bewährten großen Instrumente vereinigt, und die neuesten Erfahrungen der in vielen verschiedenen Gebieten vollführten Messungen verwertet wurden. Fig. 8 zeigt das im Jahre 1925 verfertigte neueste Modell, welches auch größtenteils aus Aluminium besteht

und somit leicht transportierbar ist. Die Handhabung des Instrumentes ist sehr einfach und bequem. Wenn man den Apparat zum Transport verpacken will, muß man zuerst die Wagebalken und die hängenden Gewichte von außen festklemmen, die Fernrohrarme in die Höhe schlagen, wie das aus dem Bild ersichtlich ist, und dann den ganzen oberen Teil in den entsprechenden Instrumentenkasten legen. Der kleine Sockel und der Dreifuß wird in die andere Kiste verpackt, vorher muß man aber die Füße durch Lockerung der Schrauben

Fig. 9. Doppelte Drehwage kleineren Types, konstruiert im EÖTVÖS-Institute im Jahre 1927. Vervollkommnetes Feldinstrument.

vom Gestellteller entfernen. Die Kisten können in beliebiger Lage, wenn notwendig auch auf dem Rücken von Kulis befördert werden. Der Durchmesser des Torsionsdrahtes ist 0,002 cm, seine Länge 50 cm. Der Drehungsarm des hängenden Goldgewichtes ist 10 cm, das Gewicht selbst beträgt 8,5 g, die Schwerpunktentfernung vom Balken 31,7 cm.

Fig. 9 stellt das neueste Modell vom Jahre 1927 dar. In diesem Instrumente sind die Torsionsdrähte kürzer, der mittlere Teil ist so umgestaltet, daß er gegen die äußeren störenden Einflüsse noch mehr Schutz bietet, der Sockel und der Dreifuß sind noch massiver und stabiler gebaut, was auch aus dem Bilde erhellt. Außerdem wurden zur Vervollkommnung des Instrumentes noch manche kleinere Abänderungen ausgeführt. Die Angaben des Apparates sind dieselben wie die des vorigen Modells, nur die Länge des Torsionsdrahtes beträgt 40 cm.

EÖTVÖS konstruierte in 1908 einen *noch kleineren Apparat*, dessen äußere Ansicht in Fig. 10 ersichtlich ist. Leider bewies sich dieses sehr kleine Instrument als unbrauchbar. Es ist nämlich aus prinzipiellen Gründen unvermeidlich, daß bei der

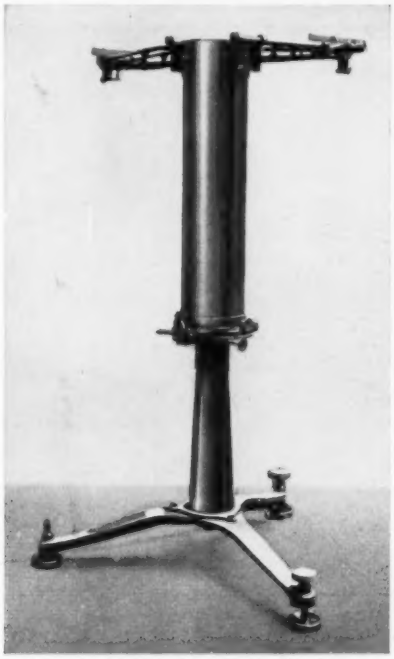


Fig. 10. Doppelte Drehwage kleinsten Types vom Jahre 1908.

Verminderung der Dimensionen des Wagebalkens, besonders über gewisse Grenzen hinaus,der Einfluß der äußeren Störungen nicht zunehme. Eben deshalb ist der eigentliche Apparat in Messingzylinder eingeschlossen und mit spiralen Wasserröhren umgeben; aber trotz dieses schon zu weit gehenden Schutzes gibt diese Drehwage keine verläßlichen Ergebnisse. Die Erfahrungen zeigen also, daß man bei der Verminderung der Dimensionen nur sehr behutsam vorgehen darf, da ein zu kleiner Apparat unbrauchbar wird! Nach meiner Ansicht ist es auch ganz unnötig und verfehlt, wenn wir danach trachten, die Dimensionen des Instrumentes über

gewisse Grenzen hinaus zu vermindern. Das Instrument muß nämlich unbedingt in ein Zelt untergebracht werden, nicht nur, damit die Genauigkeit der Ablesungen erhöht werde, sondern auch, damit wir bei jedem Wetter, in Wind und Regen ohne Unterbrechung weiter arbeiten können. Dieses Zelt ist schon ein größerer und schwererer Balast als der Apparat selbst, wird aber vom Gewicht und Umfang der Feldausrüstung vielmals übertroffen. Es ist deshalb gar nicht vernünftig und begründet, daß man gerade an der wichtigsten Sache spare, die Dimensionen der Drehwage allzusehr vermindere und damit die Verläßlichkeit der Ablesungen einbüße. Wie es das Bild zeigt, ist der die

Fig. 11. Doppelte Drehwage kleinsten Types vom Jahre 1908, geöffnet.

Fernröhre und die Skalen tragende Arm am Scheitel des Apparates befestigt; der Lichtstrahl wird vom Spiegel der Wagebalken durch Prismen zuerst nach oben gelenkt, dann wagerecht nach seitwärts nach den Fernröhren und Skalen. Am Scheitel des Instrumentes kann anstatt des Fernrohres auch eine photographische Registriervorrichtung angebracht werden. Jene Beobachtungsvorrichtung also, welche die Askania-Werke vor einigen Jahren patentieren ließen, war schon seit langer Zeit in unserem Institut verwirklicht. Die wichtigsten Dimensionen des Apparates sind die folgenden: die Länge des Torsionsdrahtes ist 45 cm; der Drehungsarm des hängenden Gewichtes beträgt 5 cm, und dementsprechend ist die ganze Länge des Balkens etwas über 10 cm; das Gewicht des hängenden Platinzylinders ist 1,4 g; die Entfernung seines Schwerpunktes vom Balken ist 20,3 cm. Die Balken können natürlich von außen festgeklemmt werden. Fig. 11 zeigt das Innere des Apparates. Die Hülse mit dem Spiralrohr und die Fernrohre sind abgenommen und liegen neben dem Apparat. Durch die Öffnungen des inneren Messingzylinders kann man einerseits die eine untere Röhre, andererseits das mittlere Metallgehäuse sehen, welches den Wagebalken umgibt.

Fig. 12. Krümmungsvariometer vom Jahre 1890.

Wie ich schon vorher erwähnt habe, werden die Drehwagen erster Form, bei welchen die Gewichte des Balkens in gleicher Höhe befestigt sind, weniger gebraucht. Mit diesem Instrumente können wir nämlich nur die Krümmungsgrößen bestimmen, welche bei den praktischen Forschungen weniger wichtig sind und nur in der Geodäsie größere Bedeutung haben. Das älteste Modell dieser Art zeigt Fig. 12, das Eötvös noch im Jahre 1890 konstruiert hatte und es sehr treffend *Krümmungsvariometer* nannte. Mit diesem Apparate beobachtet man auf ähnlicher Weise, wie mit dem in Fig. 1 dargestellten Instrumente, d. h. mit einem

auf besonderem Gestell befestigtem Fernrohr und Skale. Dieser Apparat enthält einen Torsionsdraht mit einem Durchmesser von 0,004 cm, und der Länge von 150 cm. Die am Balkenende befestigten Gewichte sind einzeln 30 g schwer, die Entfernung ihrer Schwerpunkte beträgt 30 cm.

Fig. 13 stellt das *Dreifache Krümmungsvariometer* dar, welches EÖTVÖS im Jahre 1909 konstruierte. Drei voneinander ganz unabhängige und getrennte Apparate sind in Stellungen von 120° auf einem gemeinsamen Sockel angebracht; somit kann man

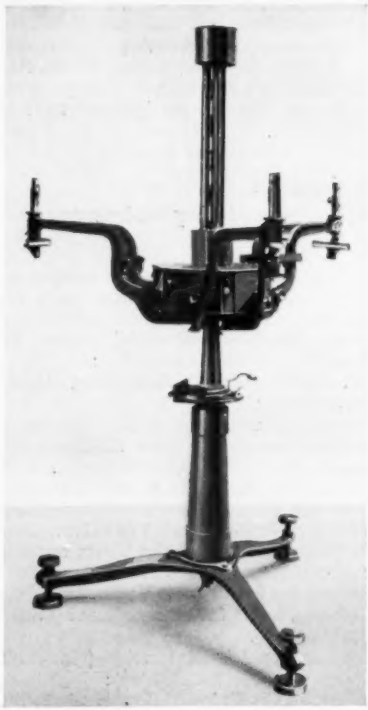


Fig. 13. Dreifaches Krümmungsvariometer vom Jahre 1909.

mit diesem die zur Berechnung der Krümmungsgrößen nötigen Ablesungen in bedeutend kürzerer Zeit beendigen, als mit dem vorhererwähnten einfachen Variometer. In diesem Instrumente beträgt der Durchmesser der 56 cm langen Torsionsdrähte 0,002 cm. Die an den Balkenenden befestigten Gewichte sind einzeln 8,6 g schwer, die Entfernung ihrer Schwerpunkte ist 22 cm. Die Wagebalken sind natürlich von außen arretierbar.

In dem Vorangehenden habe ich die wichtigsten Entwicklungsphasen der EÖTVÖSschen Drehwage angeführt. Ich war bemüht, nur das Allerwichtigste herauszugreifen, um nicht allzu viele Bilder vorführen zu müssen. Man sieht, daß dieses Instrument, obwohl es erst in dem letzten Jahrzehnt allgemein bekannt und in der ganzen Welt verbreitet wurde, auf eine Vergangenheit von 45 Jahren zurückblickt. Die hier mitgeteilte fortwährende und große Entwicklung wurde dadurch ermöglicht, daß wir bei der Konstruktion der neuen Modelle unsere Erfahrungen, die wir in den unter verschiedenen Verhältnissen ausgeführten zahlreichen Messungen erworben haben, immer verwertet haben.

EÖTVÖS experimentierte mit der Drehwage zuerst natürlich lange Zeit hindurch nur im Laboratorium, erst im Jahre 1889 führte er erfolgreiche Messungen außer dem Laboratorium in Budapest am Fuße des Gellértberges aus. Später wurden in 1891 in Westungarn am Berge Ság lehrreiche Beobachtungen gemacht. Dann folgten einige kleinere Messungen in der Umgebung von Budapest, in Szentlörincz und Leányfalu. Die erste größere Aufnahme geschah im Jahre 1901 am Eise des Balatonsees, und seitdem erfolgen die Messungen in immer zunehmendem Maße, ununterbrochen unter der Leitung von Dr. D. PEKÁR, welcher seit dem Jahre 1893 als Mitarbeiter von EÖTVÖS und nach dem Ableben von EÖTVÖS seit 1919 als Direktor des Baron Roland EÖTVÖS Geophysikalischen Institutes, diese Forschungen leitet. Die Messungen wurden zuerst durch die Ungarische Wissenschaftliche Akademie bzw. durch den freigebigen Mäcen Dr. A. SEMSEY unterstützt; seit 1907 werden die Kosten durch die ungarische Regierung aufgebracht. Im Zeitraum von 1921—1923 führten wir die Messungen hauptsächlich zum Zwecke der Petroleumschürfung aus, da diese durch die d'Arcy Exploration Company Ltd. bzw. die Anglo-Persian Oil Company Ltd. finanziert wurden. Die ungarischen Messungen erfolgten allgemein in solchen Gebieten, wo wir interessante Schwerkraftsstörungen gefunden haben. Es liegen leider diese Gebiete meistens an solchen Teilen des früheren Großungarns, welche uns durch den Friedensvertrag von Trianon entrissen wurden. Auf diese Weise erforschten wir das Schwerkraftfeld mit der größten Ausführlichkeit bis Ende 1927 auf einem Gebiete von 8718 qkm, und gewannen auf einzelnen Linien von zusammen 1212 km Länge einen aufklärenden Einblick. Auf Grund dessen können wir uns mit Recht rühmen, daß es kein anderes Land in der Welt gibt, wo *Gravitationsmessungen auf so ausgedehnten Gebieten und mit solcher Ausführlichkeit und Genauigkeit ausgeführt wurden*. Außerdem machten wir einige ganz besondere Messungen, so in Tirol zur Untersuchung der bedeutenden Anomalien der Niveaufläche, in der Umgebung von Tokod zur Feststellung unterirdischer Verwerfungen, im Kohlenbergwerk von Dorog zur Aufsuchung der mit Wasser gefüllten Höhlen und unterirdischen Bächen. Ferner haben wir wiederholt im Auftrage der *Burmah Oil Company Ltd.* zum Zwecke der Erdölforschung in Indien gemessen,

im Winter 1923—1924 in den Dschungeln des Eingeborenenstaates Khairpur, im Winter 1925 bis 1926 und 1927—1928 in den Urwäldern von Upper Assam auf so weglosen übernäßten Gebieten, daß wir zum Transport Elefanten benutzen mußten. Wir machten zuletzt in den Jahren 1927 und 1928 Aufnahmen im Auftrage des *Ministère des Travaux Publics* der französischen Republik in der Ebene von Limagne im Departement Puy-de-Dôme.

Wir hatten bei unseren Messungen oft große, natürliche Hindernisse zu bewältigen und wir hatten viel Gelegenheit, alle jene Erfordernisse und Bedürfnisse kennenzulernen, die ein gutes Feldinstrument befriedigen muß. Durch jahrzehntelangen Laboratoriumsversuchen untersuchten wir die heiklen Einzelheiten dieses überaus empfindlichen Instrumentes, arbeiteten entsprechende Methoden zur einwandfreien Präparierung der Torsionsdrähte, zur genauen Untersuchung der individuellen Eigenschaften und zur planmäßigen Verbesserung des Apparates aus. Alle diese Erfahrungen sicherten die allmähliche Entwicklung und Vervollkommnung der Instrumente, da die Herstellung der Apparate immer unter Aufsicht des Eötvös-Institutes geschieht, die heikle innere Einrichtung sogar vom Institut selbst verfertigt wird; auch werden daselbst die Konstanten und Formeln bestimmt. Auf diese Weise entsprechen die in der Fabrik Süss in Budapest hergestellten, mit der Aufschrift *„Original Eötvös made in Hungary"* versehenen Drehwagen hinsichtlich der Empfindlichkeit, Verläßlichkeit, Handhabung und Transportierbarkeit den höchsten Erfordernissen der Feldmessungen. Unsere Apparate werden deshalb jetzt schon in Japan, Indien, Afrika, Amerika und in den meisten Staaten von Europa gebraucht und erfreuen sich in der ganzen Welt immer größeren Rufes.

Die Schwangerschaftsdiagnose aus dem Harn durch Nachweis des Hypophysenvorderlappenhormons.

Von BERNHARD ZONDEK, Berlin.

Der Aufforderung der Schriftleitung, über die von ASCHHEIM und mir angegebene biologische Schwangerschaftsreaktion zu berichten, komme ich gern nach, da ich glaube, daß die biologischen Grundlagen unserer Schwangerschaftsreaktion von allgemein naturwissenschaftlichem Interesse sind.

Das Problem, die Schwangerschaft biologisch zu erkennen, hat seit jeher Physiologen und Gynäkologen in gleicher Weise beschäftigt. In der Schwangerschaft gehen zweifellos die größten Veränderungen im Gesamtorganismus vor sich, und trotzdem ist es schwer, die Summe dieser biologischen Veränderungen in einer Reaktion exakt zusammenzufassen. Die meisten der bisherigen Versuche waren serologischer Natur, wobei ich nur auf die Arbeiten von ABDERHALDEN und ihre Weiterführung durch LÜTTGE und v. MERTZ zu verweisen brauche. Von weiteren Schwangerschaftsreaktionen seien genannt: die interferometrische Methode nach HIRSCH, die Antithrombinmethode nach DIENST, endlich die Kohlehydratbelastungsprobe nach FRANK und NOTHMANN sowie die Maturinprobe von JOSEPH und KAMNITZER.

So wissenschaftlich wertvoll die genannten Arbeiten und Methoden sind, so haben sie uns, wie aus der Literatur hervorgeht, eine klinisch brauchbare, exakte biologische Schwangerschaftsdiagnostik nicht gebracht.

Unsere Methode beruht auf einem neuen Prinzip. Es handelt sich nicht um eine serologische Methode, die Reaktion wird im Harn angestellt. Wir weisen nicht körperfremde, hypothetische, unbekannte Körper nach, *sondern unsere Reaktion beruht auf dem Nachweis eines körpereigenen, in jedem Organismus gebildeten Stoffes, und zwar des Hormons des Hypophysenvorderlappens.*

Die spezifische Wirkung des Hypophysenvorderlappenhormons äußert sich nach unseren Untersuchungen am Ovarium der infantilen (3 bis 4 Wochen alten, 6—8 g schweren) Maus im Verlauf von 100 Stunden folgendermaßen:

HV.-Reaktion I. Follikelreifung, Ovulation, Brunstauslösung:

Der Follikel wächst, es bildet sich eine Höhle mit Cumulus oophorus. Der Follikel reift und springt, die Eier treten in die Tube aus. Es bildet sich ein Corpus luteum im gesprungenen Follikel.

Unter der Wirkung des Vorderlappenhormons entsteht im reifenden Follikel das Ovarialhormon, das seinerseits die Brunst des Tieres auslöst, und zwar: Vergrößerung und Sekretfüllung des Uterus, Aufbau der Scheide mit Verhornung der obersten Zellagen, reines Schollenstadium im Scheidensekret (Allentest).

HV.-Reaktion II. Blutpunkte (Massenblutungen in den vergrößerten Follikel):

Das ganze Ovariums ist hyperämisch, die Gefäße stark erweitert. Spezifisch für das Vorderlappenhormon sind Massenblutungen in den vergrößerten, häufig luteinisierten Follikel. Die Blutung ist makroskopisch als scharf umschriebene, die Oberfläche des Ovariums überragende, braun- bzw. blaurote, stecknadelkopfgroße Erhebung zu erkennen, von uns als „Blutpunkt" bezeichnet.

HV.-Reaktion III. Luteinisierung, Bildung von Corpora lutea atretica:

Unter der Wirkung des Vorderlappenhormons luteinisieren die Thecazellen, ferner die Granulosazellen (zum Teil partiell). Hervorzuheben ist vor allem die Bildung von vascularisierten Corpora lutae mit eingeschlossenem Ei = Corpora lutea atretica.

In Punkt III berühren sich unsere Ergebnisse mit den Befunden von EVANS und LONG.

Das Hypophysenvorderlappenhormon ist der Motor der Sexualfunktion. Das Hypophysenvorderlappenhormon ist das Übergeordnete, das allgemeine[1], das geschlechtsunspezifische Sexualhormon. Das Vorderlappenhormon ist das Primäre, das eigentliche Sexualhormon, das Ovarialhormon ist das Sekundäre. Vorderlappenhormon und Ovarialhormon bilden aber eine Einheit, eine Einheit im funktionellen Sinne; denn sie beide dienen der wichtigsten Funktion des weiblichen Organismus, der Fortpflanzung, der Schwangerschaft. Die Schwangerschaft ist geradezu dadurch charakterisiert, daß es zu einer starken Vermehrung sowohl des weiblichen Sexualhormons wie des Hypophysenvorderlappenhormons kommt. Das zirkulierende Blut ist mit Hormon überschwemmt. Wie immer, wenn es sich um die Fortpflanzung handelt, arbeitet der Körper mit Überproduktion. So konnten wir zeigen, daß die für die Schwangerschaft im Übermaß produzierten, aber vom schwangeren Organismus nicht verwendeten Hormone in großen Mengen im Harn der Schwangeren ausgeschieden werden. Hierbei besteht aber in der Ausscheidung ein Unterschied zwischen den beiden genannten Hormonen. Das weibliche Sexualhormon (Ovarialhormon) wird in den ersten acht Wochen sehr unregelmäßig ausgeschieden, so daß der exakte Nachweis gewöhnlich erst von der achten Schwangerschaftswoche an gelingt. Besonders betont muß aber werden, daß auch außerhalb der Schwangerschaft, und zwar bei besonderen funktionellen Störungen (hyperhormonale Amenorrhöe) das Hormon von uns im Harn in größeren Mengen gefunden wurde. Infolgedessen ist der Nachweis des Ovarialhormons im Harn als Schwangerschaftsreaktion nicht zu verwerten.

Das Hypophysenvorderlappenhormon hingegen wird niemals bei funktionellen Störungen des weiblichen Organismus im Harn ausgeschieden. Da das Vorderlappenhormon außerdem kurze Zeit nach der Eieinnistung geradezu explosivartig den Organismus überschwemmt, ist der Nachweis des Vorderlappenhormons im Harn in ausgezeichneter Weise als Frühdiagnosticum der Schwangerschaft zu verwerten.

Als Test für das Hypophysenvorderlappenhormon wurde eine Trias von morphologischen und funktionellen Reaktionen genannt. Diese Wirkungen sind spezifisch für das Hypophysenvorderlappenhormon, trotzdem aber können sie nicht sämtlich für die Schwangerschaftsreaktion benutzt werden. Die unter I genannten Reaktionen — Follikelreifung, Ovulation und Brunstauslösung — werden durch das Vorderlappenhormon ausgelöst, aber diese Reaktionen sind nicht für die Schwangerschaft beweisend. Diese Hypophysenvorderlappenreaktion kommt nämlich, wie wir bei unseren Untersuchungen gelernt haben, auch außerhalb der Schwangerschaft vor, und zwar bei Wachstumsvorgängen im menschlichen Organismus. So können wir die Reaktion I, wenn auch sehr selten, bei schnell wachsenden, gutartigen Tumoren sehen, so können wir sie etwas häufiger beim Carcinom und bisweilen bei sehr schweren Entzündungen finden. Zuweilen kommt die HV.-Reaktion I auch bei endokrinen Krankheiten (z. B. Myxödem, Basedow) vor.

Für die Schwangerschaftsreaktion zu verwerten ist also lediglich die Hypophysenvorderlappenreaktion II und III, d. h. der Nachweis der Blutpunkte und der Corpora lutea. Dadurch wird die Methode leichter und exakter. Sie wird leichter, weil man bei der Untersuchung der Mäuse auf die Feststellung der Brunstreaktion in der Scheide verzichten kann. Die Methode wird exakter, weil sie nur auf dem Nachweis neugebildeter, anatomischer Substrate im Ovarium beruht, die sich in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle leicht makroskopisch erkennen lassen. Im Zweifelsfalle gibt die histologische Untersuchung einwandfreie Ergebnisse. Es ergibt sich somit:

Hypophysenvorderlappenreaktion (HV.-R.):
- Reaktion I: Follikelreifung, Ovulation, Brunstauslösung.
- Reaktion II: Blutpunkte.
- Reaktion III: Luteinisierung der Follikelzellen, Bildung von Corpora lutea atretica.

} *Schwangerschaftsreaktion.*

Technik der Methode: Die Untersuchungen werden an infantilen, 3—4 Wochen alten, 6—8 g schweren Mäusen ausgeführt. Die Reaktion kann auch an infantilen Ratten ausgeführt werden, dadurch wird die Untersuchung für die Praxis aber kostspieliger. Zu jeder Harnuntersuchung gebrauchen wir 5 infantile Mäuse, weil ein Tier durch die Injektion sterben kann und die Tiere nicht gleichmäßig reagieren.

Zur Reaktion wird der Frühurin verwandt, der, falls er alkalisch reagiert, mit Essigsäure schwach angesäuert und filtriert wird. Der Harn wird in 6 Portionen injiziert, die auf 48 Stunden verteilt werden. Es wird 6mal 0,2 ccm bis 6mal 0,4 ccm Harn eingespritzt. 100 Stunden nach Beginn des Versuches werden die Tiere getötet und jetzt die Wirkung auf die Ovarien festgestellt. Bezüglich der Einzelheiten der Methode sei auf unsere ausführliche Publikation verwiesen (Klin. Wschr. **1928**, Nr 1, Nr 30 und Nr 31).

Eine Schwangerschaftsreaktion braucht noch nicht zur Schwangerschaftsdiagnose geeignet zu sein. Diagnostischen Wert bekommt die Reaktion erst dann, wenn sie exakt arbeitet. Gerade die Schwangerschaftsdiagnose muß so exakt sein, wie dies in der Medizin überhaupt möglich ist, weil diese Diagnose von der Patientin kontrolliert wird. So konnten nur Massenuntersuchungen über den Wert der Methode entscheiden.

Wir haben Harn von sicher Schwangeren un-

[1] Die Wirkung des Vorderlappenhormons ist beim männlichen Tier im Prinzip die gleiche wie beim weiblichen (s. die Arbeiten von SMITH, STEINACH, FELS und unsere Befunde in der Klin. Wschr. **1928**, Nr 18).

tersucht, vor allem aber große Reihen von Kontrolluntersuchungen von nichtschwangeren sowie genitalkranken Frauen ausgeführt. Die folgenden Tabellen geben eine Übersicht über unsere Ergebnisse.

Kontrollen (333 Harne).

	Zahl der Harne	Hypophysenreaktion II/III, d. h. Schwangerschaftsreaktion		Hypophysenreaktion I (große Follikel)
		negativ	positiv	positiv
1. Gesunde Frauen .	37	37	0	
2. Klimakter. Frauen	7	7	0	1
3. Sicher nicht schwangere Frauen . .	29	29	0	0
4. Frauen m. unregelmäß. Blutungen .	7	7	0	0
5. Gesunde Männer .	15	14	1!	0
6. Inn. Krankheiten .	18	17	1! (Cystitis 49j. Frau)	0
7. Innersekr. Störungen	35	35	0	7
8. Entzündl. gynäkol. Erkrankungen .	18	18	0	3
9. Gutartige Ovarialtumoren	15	15	0	1
10. Myome	24	24	0	5
11. Carcinome	64	62	2!	13
12. Amenorrhöen . . .	64	64	0	4
	333	329	4	34

Die Fehlerquelle unserer Untersuchungen schwankt zwischen 2 und 3%, was wohl das Optimum für eine biologische Methode überhaupt darstellt. Bei schwierigen Differentialdiagnosen, z. B. der Entscheidung zwischen einer Schwangerschaft und einem weichen Myom, der intakten Bauchhöhlenschwangerschaft und einer cystischen

Ungestörte Schwangerschaften (296).

	Zahl der untersuchten Harne	Reaktion II/III positiv	Reaktion II/III negativ
5. bis 6. Woche . . .	56	54	2
7. bis 8. Woche . . .	68	66	2
3. bis 10. Monat . . .	139	136	3
Frühschwangerschaften; letzte Regel nicht bekannt	33	33	0
	296	289	7

Fehler berechnet für die Gesamtzahl (296) = 2,3%
Fehler berechnet für die 157 Frühschwangerschaften . . . . . = 2,5%
Fehler berechnet für 56 Harne 5. bis 6. Woche = 3,6%
Bei 46 Harnen als Blindversuche geprüft 1 Fehler . . . . . = 2,2%

Geschwulst habe ich mich bei der Operation stets von der Zuverlässigkeit unserer Reaktion überzeugen können. Wir haben uns auch von dritter Seite kontrollieren lassen. So haben wir bei 46 Harnproben der STOECKELschen Klinik 45 richtige Diagnosen gestellt. Inzwischen ist unsere Reaktion in über 200 Fällen an anderen Frauenkliniken nachgeprüft worden und nach den uns übersandten Berichten hat man unsere Ergebnisse voll bestätigt. Es sei besonders betont, daß die Reaktion gerade zur Frühdiagnostik geeignet ist, so daß man schon 5 Tage nach Ausbleiben der Menstruation feststellen kann, ob eine Schwangerschaft vorliegt oder nicht. Naturwissenschaftlich interessant scheint mir die Tatsache, daß die Schwangerschaftsreaktion durch den Nachweis des Hypophysenvorderlappenhormons sich nur auslösen läßt im Harn des Menschen und des Affen, während sie bei anderen trächtigen Säugetieren negativ ausfällt.

Die Versammlung der Astronomischen Gesellschaft in Heidelberg.

Von R. PRAGER, Berlin-Neubabelsberg.

Zum 28. Male versammelten sich vom 18. bis 21. Juli 1928 die Mitglieder der Astronomischen Gesellschaft, um in persönlicher Aussprache die Anregungen und Förderungen für die Forschungsarbeit zu gewinnen, die auch die vollendetste Organisation der literarischen Hilfsmittel, die Bücher, Zeitschriften und Briefwechsel nicht zu ersetzen vermögen.

Als Tagungsort war Heidelberg gewählt worden, und es konnte kaum eine glücklichere Wahl getroffen werden. Die alte Universitätsstadt am Neckar hatte eine so große Zahl von Teilnehmern herbeigelockt, wie sie sich in dem 65jährigen Bestehen der Gesellschaft noch niemals vereinigt hatte. Aber nicht nur die große Zahl der Teilnehmer war das Bemerkenswerte an dieser Tagung, bedeutsamer noch war der Umstand, daß sie aus allen Erdteilen herbeigekommen und daß alle wichtigeren Länder Europas vertreten waren. Es war seit dem Kriege die erste völlig internationale Tagung, und daß dies so war, ist in erster Linie das Verdienst des unermüdlichen Vorsitzenden der Gesellschaft, Prof. STRÖMGREN in Kopenhagen.

Daß der Boden für die Erneuerung und Anknüpfung persönlicher Beziehungen so günstig war, lag nicht zum wenigsten daran, daß eine andere astronomische Veranstaltung, der Kongreß der Internationalen Astronomischen Union in Leiden unmittelbar vorangegangen war. Dieser Organisation, die bisher unter Ausschluß der Astronomen der Mittelmächte gearbeitet hatte, war es gelungen, bei ihrer Zusammenkunft in Leiden insofern eine völlige Internationalität zu erreichen, als 16 Gäste aus Deutschland, Österreich und Ungarn sich eingefunden hatten neben Vertretern anderer Länder, die auch noch nicht der Union als Mitglieder angehören. Diese Internationalität war dadurch erreicht worden, daß man auf beiden Seiten Opfer brachte, Opfer, die im Interesse der Sache erfolgten, damit die in der Astronomie vielleicht noch mehr als in anderen Wissenschaftsbetrieben notwendige Gemeinschaftsarbeit gedeihlich durchgeführt werden kann. Und der Erfolg hat gezeigt, daß die Opfer wert waren gebracht zu werden.

Diese auf beiden Seiten bewiesene Opferfreudigkeit mit ihren erfreulichen Ergebnissen wurde bei den Eröffnungsansprachen der Heidelberger Versammlung von dem Rektor der Universität, dem Badischen Kultusminister, dem Oberbürgermeister und besonders vom

Vorsitzenden der Astronomischen Gesellschaft hervorgehoben. Der letztere betonte gleichzeitig die Zweckmäßigkeit des Nebeneinanderbestehens der beiden Gesellschaften, der Astronomischen Gesellschaft und der Internationalen Astronomischen Union, denn während bei dieser die Kongreßarbeit ausschließlich in den Kommissionen für die einzelnen Forschungsgebiete der Astronomie liegt, hat diese Arbeit bei der Astronomischen Gesellschaft ihren Schwerpunkt in den stets in der Vollversammlung gehaltenen Vorträgen.

Nur zur Durchberatung spezieller Unternehmungen setzt auch die Astronomische Gesellschaft Kommissionen ein, zur Zeit sind es zwei, die eine für das sog. Zonenunternehmen, die andere für die veränderlichen Sterne. Die Kommission für das Zonenunternehmen veranstaltete in Heidelberg eine besondere Sitzung für alle an diesem Unternehmen Interessierten. Es handelt sich bei diesem Unternehmen um die Herstellung eines großen Sternkatalogs, der alle Sterne des nördlichen Himmels bis zur 9. Größe umfassen wird. Schon bald nach ihrer Gründung in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts hatte die Gesellschaft ein solches Unternehmen begonnen, wobei der Himmel zum Zwecke der Beobachtung in schmale Zonen der Deklination aufgeteilt wurde und jede sich beteiligende Sternwarte eine oder mehrere solcher Zonen am Meridiankreis durchbeobachtete — daher der Name des Unternehmens. Heute würde diese Methode nicht mehr den rationellsten Weg zur Erlangung bestmöglicher Resultate bedeuten, denn die Entwicklung, die die astronomische Beobachtungskunst im letzten halben Jahrhundert genommen hat, weist auf die Heranziehung der Photographie auch zu diesen Beobachtungen hin. Die Arbeit wird also so geteilt, daß einerseits jedes Areal des Himmels zweimal photographiert wird, wobei die einzelnen Platten eine Fläche von 5×5 Grad bedecken. Um diese Platten auswerten zu können, müssen auf jeder einige Sterne als Fixpunkte nach ihren Koordinaten am Himmel bekannt sein, und diese werden — das ist der andere Teil der Arbeit — durch Meridianbeobachtungen bestimmt. Auf diese Weise wird neben anderen Vorteilen erreicht, daß die zeitraubende Arbeit am Meridiankreis nur für etwa den zehnten Teil aller Sterne geleistet zu werden braucht, während die Hauptarbeit in der Vermessung der Platten liegt, bei der man aber, sind die Platten erst einmal aufgenommen — und das erfordert verhältnismäßig wenig Zeit —, vom Wetter unabhängig ist, ein Umstand, der in unserem Klima, in dem durchschnittlich nur ein Viertel aller Nächte Beobachtungen ermöglicht, für eine schnelle Beendigung von ausschlaggebender Bedeutung ist. Auf diese Weise wird auch erreicht, daß alle Sternörter für nahezu die gleiche Zeit gelten, was bei dem früheren Sternkatalog durch die Vielheit der mitarbeitenden Stellen nicht gelungen war; verteilten sich doch die Beobachtungen über nahezu vierzig Jahre. Diesmal sind nur solche Sternwarten und Institute beteiligt, die von vornherein eine Gewähr dafür bieten, daß die Beobachtungen in der vereinbarten Zeit von 4 Jahren beendigt werden. Der Plan ist in allen Einzelheiten auf der vorigen Versammlung der Astronomischen Gesellschaft in Kopenhagen 1926 festgelegt worden, als Beginn der photographischen sowohl wie der Meridian-Beobachtungen war der 1. Januar 1928 bestimmt. Auf der Heidelberger Versammlung konnten also bereits die Berichte über die Fortschritte entgegengenommen werden, und die einzelnen Beobachter teilten ihre Erfahrungen mit. Wenn auch alle nach gleichen Richtlinien arbeiten, so bleibt der Individualität des Beobachters, der sich ja in mancher Hinsicht nach seinem Instrument richten muß, ein gewisser Spielraum, und die Verhandlungen über die angewandten Methoden waren teilweise von dramatischer Spannung. Jedenfalls ist als Ergebnis zu buchen, daß die Beobachtungen im besten Fortschreiten sind und der Endtermin, der 31. Dezember 1931, aller Voraussicht nach bequem innegehalten werden kann.

Die zweite Kommisison, für die veränderlichen Sterne, hat drei Hauptaufgaben: die Benennung der neu entdeckten und als sicher veränderlich anerkannten Sterne, die Herausgabe von jährlichen Ephemeriden und die Fortführung des großen Sammelwerkes über alle veränderlichen Sterne, ihre Geschichte und Literatur. Bei der ungeheuren Zunahme der Zahl der Neuentdeckungen in der letzten Zeit war es erwünscht, die Richtlinien für die Benennung, die seit bald dreißig Jahren befolgt werden, einer Revision zu unterziehen und über die Herausgabe der Fortsetzung der „Geschichte und Literatur", die ebenfalls durch die starke Zunahme des Materials eine Aufgabe von fast unübersehbarem Umfang darstellt, Vereinbarungen zu treffen. Beide Fragen sind indessen zur Zeit noch nicht so weit geklärt, daß jetzt schon bindende Beschlüsse für die Zukunft hätten gefaßt werden können.

Die Vollsitzungen waren neben der Erledigung der geschäftlichen Angelegenheiten der Gesellschaft der Berichterstattung über die laufenden Unternehmungen der Gesellschaft und den wissenschaftlichen Vorträgen gewidmet. Diese behandelten kaleidoskopartig fast alle Gebiete der Himmelsforschung. Am meisten wurden Probleme der Himmelsmechanik, Instrumentenfragen und die Forschungen an Nebeln und Sternhaufen behandelt, weiter kamen Themen über Ortsbestimmungen der Himmelskörper und Spektroskopie, über Sonnenparallaxe, Finsternisse und Polhöhenschwankung, über veränderliche und Doppelsterne zum Vortrag.

Das Wichtigste aber blieb doch der persönliche Kontakt zwischen den Teilnehmern, und daß die dafür vorgesehene Zeit nicht zu knapp war und vortrefflich ausgenutzt werden konnte, war das Verdienst der Kongreßleitung, die in den Händen des Direktors der Heidelberger Sternwarte, Prof. MAX WOLF, und seiner Mitarbeiter lag und alles aufs trefflichste vorbereitet hatte. Der erste Nachmittag war der Besichtigung der Sternwarte auf dem Königsstuhl gewidmet, die durch die herzliche Gastlichkeit von Prof. WOLF und seiner Gattin einen besonderen Reiz gewann. Den Höhepunkt der geselligen Veranstaltungen bildete ein von der badischen Regierung und der Universität gebotener Festabend auf der Molkenkur mit nachfolgender Beleuchtung des Schlosses. Neben den Trinksprüchen der Gastgeber und des Vorsitzenden waren die Ansprachen eines Vertreters von England (DYSON, Greenwich), Nordamerika (SCHLESINGER, New Haven) und Frankreich (MASCART, Lyon) beachtenswert, in denen die Befriedigung und Freude über die in der Astronomie wiederhergestellte Freundschaft zwischen den einst feindlichen Nationen beredten Ausdruck fand. Besonders reizvoll gestaltete sich ein an einem sitzungsfreien Tage unternommener Ausflug nach Stuttgart, wohin die Stadtverwaltung zu einer Rundfahrt und einem Mittagessen eingeladen hatte. Auf der Fahrt dorthin wurde dem Geburtsort KEPLERS, Weilderstadt, ein Besuch abgestattet und an dem Denkmal des großen schwäbischen Astronomen eine Erinnerungsfeier veranstaltet, bei der WOLF, Heidelberg, und EDDINGTON, Cambridge, die Festreden hielten. Den Abschluß der Versammlung bildete ein Empfang der

Stadt Mannheim mit anschließender Rundfahrt durch Stadt und Hafen.

Als man sich nach der Rückkehr nach Heidelberg noch einmal zum Abschiednehmen in der Stadthalle zusammenfand, sprach Prof. STRÖMGREN rückblickend über seine Bemühungen, die er vom ersten Kriegstage an aufgewandt hatte, um die internationalen Beziehungen zwischen den Astronomen der kriegführenden Staaten aufrecht zu halten. In der Tat ist es ihm gelungen, daß diese Beziehungen während der ganzen Kriegszeit nie ganz unterbrochen wurden, aber der schwerere Teil der Arbeit war es doch, nach dem Krieg den alten Sinn für die Gemeinschaftsarbeit neu zu beleben. Jetzt endlich sei der Zeitpunkt gekommen, wo er sagen dürfe: Die Arbeit ist beendet, das Ziel ist erreicht.

Bericht über die Tagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft in Hamburg.

(12. bis 14. September, Exkursionen 3. bis 8. und 15. bis 16. September.)

Das Programm umfaßte Exkursionen in Südnorwegen vor der Tagung, die wissenschaftlichen Sitzungen in Hamburg und kleine Exkursionen während und nach der Tagung. Trotz der für Süddeutschland, Österreich und die Schweiz etwas unbequemen Lage von Hamburg war die Tagung, die Herr ROSE mit sehr großer Sorgfalt vorbereitet hatte, gut besucht.

Die Exkursionen in Norwegen leitetete mit hervorragendem Geschick Herr V. M. GOLDSCHMIDT in Oslo, zum Teil zusammen mit Herrn SCHETELIG. Das sehr umfangreiche Exkursionsprogramm konnte trotz der geringen zur Verfügung stehenden Zeit und der großen Entfernungen gut erledigt werden. Es sei hier kurz skizziert.

Am 3. September wurde das mustergültig eingerichtete mineralogische Institut der Universität besichtigt und den Teilnehmern eine Übersicht über das geologische Bild des Oslogebiets durch Herrn SCHETELIG gegeben. Nachmittags wurde die Kontaktzone des Nordmarkits im Aarvoldtal besucht. Am 4. September wurde der Nordmarkit-Pulaskitkontakthof mit den Erzlagerstätten von Nysaeter und Skjerpemyr besichtigt Der 5. September führte die Teilnehmer in die Kontaktzone des Granits östlich von Drammen mit der Wismutgrube bei Kjenner, der Grube bei Gjellebaek, den durch die Drammener Zementfabrik abgebauten Kontaktkalk und in einige Diabasaufschlüsse; nachmittags dann in die kontaktveränderten Kalk- und Sandsteine am Konnerudkollen mit ihren berühmten Mineralfundstellen. Am folgenden Tage (6. September) konnten die pneumatolytischen Apatitgänge von Kragerö, der Krageröit des Lindvigskollen, ein Pegmatitgang mit riesigen Turmalinen und einem Hf-reichen Alvit, die im Abbau stehenden Apatitvorkommen von Ödegaarden und die Nickelmagnetkiesgrube von Meinkjer besucht werden. Der 7. September brachte die Teilnehmer unter anderem zu den Nephelinsyenitpegmatitgängen der Schäre LÅven und Skutesundskjär mit ihrem außerordentlich vielgestaltigen und reichen Mineralbestand. Der letzte Exkursionstag (8. September) war einem Besuch der Kontaktlagerstätte Hamrefjeld und des Dunitpegmatits von Dypingdal bei Snarum gewidmet.

Im folgenden sei ein kurzer Überblick über den Inhalt der Vorträge gegeben.

1. H. SCHNEIDERHÖHN, Freiburg: „Über die jungeruptive Lagerstättenprovinz in Serbien, Siebenbürgen, Ungarn und dem Banat." In diesem Gebiet sind im Tertiär zahlreiche Eruptivgesteine emporgedrungen, mit denen Erzlagerstätten mannigfaltiger Typen wie liquidmagmatische Konzentrationen, Kontaktbildungen, pneumatolytische und hydrothermale Gänge, Verdrängungen und Imprägnationen verknüpft sind. Dementsprechend ist auch das Vorhandensein von gewinnbaren Mineralien ganz wechselnd: z. B. Gold und Silber neben Bleiglanz, Zinkblende und Pyrit, Kupferkies mit Pyrit, Bleiglanz und Zinkblende ohne Gold und Silber, Zinnober, Magnetit. Die untersuchten Lagerstätten sind meist altberühmte Grubengebiete wie Banat, Maidan Pek, Brad-Verespatak, Bor und Tilva Rosch, Mátra usw. Besonders untersucht wurde das Verhältnis der „Propylitisierung" zur Erzbildung; es zeigte sich, daß beide unmittelbar ganz unabhängig voneinander sind. Die Propylitisierung ist ein allgemein umfassender Vorgang, der das Gestein als „Autohydratation" sehr bald nach der Verfestigung erfaßt hat, während die Erzbildung viel jünger und weniger verbreitet ist. Beide haben aber insofern gleiche Wurzeln, als sie durch hohen Gehalt der betr. Magmen an leichtflüchtigen Bestandteilen begründet sind.

Sehr großes Interesse haben „Übergangslagerstätten" verschiedener Art. Es finden sich Zwischenglieder extrusiver und intrusiver, pneumatolytischer und hydrothermaler Lagerstätten usw.

2. F. L. KÜHLWEIN, Hamburg: „Die kohlenpetrographische Untersuchung in Feinkornreliefschliff und ihre Bedeutung für die Kohleaufbereitung." Die in wechselnder Menge vorhandenen Bestandteile der Steinkohlen sind Vitrit, Fusit und Durit. Vitrit ist aschenarm, besitzt wechselnden Gasgehalt und ist Träger der Backfähigkeit bei der Verkokung der Kohle. Durit ist aschenreich, bei der Verkokung störend, und Fusit ist holzkohleähnlich und fast reines C. Er ist bei Verkokung sehr unangenehm, besonders wenn Menge 15% überschreitet.

Eine Aufbereitung der Kohle zum Zweck der Anreicherung des Vitrits kommt zur Zeit, da eine sehr weitgehende Vermahlung nötig wäre, bei stückiger Kohle noch nicht in Frage, wohl aber bei den riesigen Massen von Kohleschlamm, die unbeabsichtigt anfallen und im vorliegenden Zustand kaum verwertbar sind. Man kann diesen Schlamm durch Flotation und durch Absieben auf Spaltsieben behandeln und Fusit weitgehend entfernen. Der Verlauf und das Resultat der Aufbereitung muß laufend mikroskopisch überwacht werden, was bei der Eigenart der Komponenten leicht durchführbar ist. Man kann so ein gut verkokbares Material erhalten.

3. M. K. HOFFMANN, Leipzig: „Neue Apparaturen für Mineralsynthesen bei hohen Temperaturen." Der Vortragende hat einige neue Öfen für hohe Temperaturen eingehend auf ihre Brauchbarkeit untersucht und berichtet über den neuen *Zirkonofen* der Deutschen Gasglühlicht-Auer-Gesellschaft und den *Helberger Ofen*. Bei letzterem kann auch mit einer Druckeinrichtung bei Drucken bis 50 Atm. gearbeitet werden. Zur Messung hoher Temperaturen hat der Verfasser sich des Ardometers bedient (von Siemens und Halske), dessen Wirkungsweise gegenüber dem Pyrometer er erläuterte. Schließlich kam er auf die Möglichkeit zu sprechen, die Schmelze beim Erstarren rotieren zu lassen.

4. TOM BARTH, Charlottenburg: „Die Symmetrie der Kalifeldspäte." Kalifeldspat kommt in der Natur scheinbar in zwei Modifikationen vor, dem monoklinen

Orthoklas und dem triklinen Mikroklin. Da die physikalischen Eigenschaften beider ganz weitgehend übereinstimmen, hat man oft den Orthoklas als submikroskopisch fein verzwillingten Mikroklin gedeutet. Aus vielen Gründen blieb die Frage aber noch offen. Verfasser gelang es nun, durch feine Abblendung auch von Einzellamellen im Mikroklin Lauebilder zu erhalten. Ihre Anordnung weicht von monoklinen Verhältnissen nicht ab, wohl aber gibt die Intensität der Reflexionen trikline Symmetrie. Verzwillingte Mikrokline geben aber völlig dasselbe Bild wie der Orthoklas.

Die Literatur gibt für Mikroklin Axenwinkelwerte α und γ, die um etwa 2° von 90° abweichen. Die röntgenographischen Ergebnisse sind nur verständlich, wenn diese Differenz höchstens 10′ beträgt; die Bøggildschen Werte müssen also fehlerhaft sein. Abweichungen von Ergebnissen anderer Forscher sind durch die merkwürdige Tatsache zu erklären, daß die Zwillingsbedingungen in den Mikroklinkrystallen nicht ganz streng erfüllt sind; statt einer Hemitropiedrehung um 180° ist der verzwillingte Teil um 1—2° mehr oder weniger gedreht. Auch der Adular kommt in Mikroklinform vor.

5. G. Linck, Jena: „Die Modifikationen des Schwefels." (Mit Laufbildvorführung.) Der Vortragende konnte ausgezeichnet an Hand eines Laufbildes die Krystallisation des Schwefels aus zähen Medien demonstrieren. Von ihm und seinen Mitarbeitern konnten neben den bekannten noch 3 weitere Schwefelmodifikationen beobachtet werden, von denen besonders die tetragonale ϑ-Modifikation von Interesse ist. Sie geht nicht unmittelbar in andere stabilere Modifikationen über, sondern verflüssigt sich zuerst, und erst aus dieser Schmelze entsteht die neue Modifikation. Diese Erscheinung ist noch nicht völlig erklärt und theoretisch von höchstem Interesse.

6. W. Kunitz, Halle a. S.: „Die Rolle des Titans in den Silikaten." Verfasser hat Hornblenden, Turmaline, Glimmer, Granate und Augite auf Ti-Gehalt untersucht und festgestellt, daß TiO_2 bis etwa zu $^1/_0$, bei Granat noch weiter, SiO_2 ersetzen kann. Die Lichtbrechung wird dabei annähernd additiv erhöht. Dreiwertiges Titan scheint z. B. in den violetten Ti-Augiten zu stecken, doch ist seine Bestimmung neben Ferroeisen noch nicht einwandfrei möglich. In vielen eigentlichen Ti-Mineralien wird es seinerseits durch Ce ersetzt. Ähnlich kann auch Zr, z. B. in den Eudialyten, durch Ce ersetzt sein.

7. H. Breyer, Berlin-Dahlem: „Die Elastizität von Gesteinen." Der Verfasser war bestrebt, Aufklärung in die komplizierten Beziehungen zwischen Gesteinsgefüge und Gesteinselastizität zu bringen. Die Erkennung dieser Verhältnisse ist natürlich für Geophysik und Baufach gleich wichtig. Im allgemeinen waren basische Gesteine starrer als saure. Daß Poren, Verwitterung und Korngröße neben der Verwachsungsart den E-Modul beeinflussen, ist zu erwarten. Man wird bei der technischen Gesteinsprüfung den E-Modul in Zukunft ähnlich wie bei den Metallen zu prüfen haben.

8. F. Bernauer, Charlottenburg: „Neue Beobachtungen an gedrillten Krystallen." Von 450 willkürlich herausgegriffenen organischen aus der Schmelze krystallisierenden Stoffen zeigen 6% ohne weiteres, weitere 19% bei Zusatz von Harzen u. a. „gedrillte" Formen. Meist finden sich rechts und links gedrillte Formen nebeneinander, einige optisch aktive Stoffe geben immer nur Drillung in einem Sinn. Die Drillung ist nicht kontinuierlich; es sind vielmehr kleine Krystalle — sehr verschiedener Größe — gegeneinander gedreht. Im allgemeinen zeigen Stoffe mit hochsymmetrischen Molekülen (C_6H_6, C_6Cl_6, CH_4 usw.) keine Drillung, wohl aber die Mehrzahl ihrer Monosubstitutionsprodukte(C_6H_5OH, $CH(C_6H_5)_3$ usw.). Einige Gruppen wie COOH, OH, NO_2 bewirken starke Drillung.

9. L. Weber, Freiburg (Schweiz): „Beiträge zur Morphologie einiger Binnentaler Mineralien." Der Vortragende hat eine Reihe von Mineralien des Binnentaler Dolomits, die sich durch besonders großen Flächenreichtum auszeichneten, untersucht. Fast alle hatten bei niedriger wirklicher Symmetrie eine hohe Pseudosymmetrie. Es zeigte sich nun, daß diese Pseudosymmetrie sich nicht nur etwa in einer Ähnlichkeit des Achsenverhältnisses und des Gitters, sondern auch in ganz erstaunlichem Maße in der Gesamttracht und Flächenentwicklung bemerkbar macht.

10. E. Herlinger, Dahlem: „Über Zusammenhänge zwischen Isomorphie, Morphotropie und Gitterträgerbau." Auf Grund von theoretischen Überlegungen wird untersucht, ob einige Erscheinungen von Isomorphie und Nichtisomorphie, wo man Isomorphie erwartet, durch gewisse Annahmen sich erklären lassen.

11. H. Himmel, Heidelberg: „Über Endkörper und vektorielle Lösungsgeschwindigkeit bei Flußspat." Die durch ausgezeichnete Präparate belegten Untersuchungen ergaben, daß bei einem kugeligen Ausgangskörper und Ätzung mit HNO_3, HCl oder H_2SO_4 und stets genau kontrollierten Bedingungen deutlich zwei Stadien des Lösungsvorganges zu unterscheiden waren, anfangs ein Ätzgrubenstadium, sodann ein Ätzkugelstadium.

Es bilden sich zunächst zusammengeschart an Knoten der Flächen minimaler Lösungsgeschwindigkeit Ätzgrübchen in Feldern, aus denen dann Ecken hervorgehen. Als Verbindung der Knoten entstehen Grubenzonen, die zu kantenartigen Graten werden.

Wenn die Grubenfelder Ecken, die Grubenzonen Grate geworden sind, ist der Endkörper in der Hauptsache erreicht. Die Begrenzungsflächen der Endkörper sind Scheinflächen (Tangentialflächen an die Ätzkugel).

12. W. G. Simon, Hamburg: „Dispersion und Absorption des Zirkons." Der blaue, bereits durch einen Glühprozeß gefärbte Zirkon von Chantaboon in Siam zeigt bei Erhitzung wie bei Ultraviolettbestrahlung starke Farbänderungen. Er besitzt ein ausgedehntes Absorptionsgebiet im Ultraviolett, das bei anderen Zirkonen nicht in gleicher Weise vorhanden ist, und ein Nebenabsorptionsmaximum, das sonst überhaupt fehlt. Durch Erhitzung unter Oxydation oder Reduktion oder durch Bestrahlung werden mehrfache Farbänderungen hervorgerufen. Es stellt sich heraus, daß auch hier eine dunkelrotbraune Farbe, die der höchsten Oxydationsstufe der dilut färbenden Fremdsubstanz entspricht, eigentlich die stabile ist. Der färbende Stoff könnte Titan, das in kleinen Mengen vorhanden ist, sein. Bei den meisten Zirkonen ist E stärker absorbiert als O, doch kommt auch das Umgekehrte vor.

13. S. Rösch, Leipzig: „Versuche zur Nachahmung der Interferenzfarben." Die Reproduktion der Interferenz- (und Spektral-)farben macht drucktechnisch große Schwierigkeit, die besonders durch die stetigen Übergänge veranlaßt wird. Der Vortragende zeigt, daß durch ein beliebiges Tripel reeler Eichfarben R, G, B (die natürlich nicht auseinander ermischbar sein dürfen) alle Farben darstellbar sind, wenn man diese Farben, mit den Spektralintensitäten entsprechenden Gewichten versehen, als Eckpunkte eines Farbdreiecks wählt und jeweils durch Schwerpunktskonstruktion das nötige Mischungsverhältnis für die darzustellende Farbe ermittelt. Nur ganz wenige Farben liegen außerhalb des Dreiecks, sind also so nicht zu reproduzieren. Durch

lineare Darstellung der nötigen Farbmengen der einzelnen Arten und „Mischung" durch einfaches Rotierenlassen dieser Darstellung konnten die normalen NEWTONschen Farben, Leukocyclitfarben, übernormale Farben u. a., leicht zur Anschauung gebracht werden.

14. H. SCHNEIDERHÖHN, Freiburg i. Br.: „Ein neues Photometerokular zur Messung des Reflexionsvermögens in Erzanschliffen." Durch die Fa. E. Leitz in Wetzlar wurde ein Photometerokular konstruiert, mit dem es gelingt, unter Zuhilfenahme einer einfachen Formel und unter Bezugnahme auf eine auf anderem Weg genau bestimmte Basis (etwa Gold, Stahl oder Platin) direkt zu messen, wieviel von der aufgewendeten Lichtmenge durch eine gutpolierte, ebene Metall- oder Mineraloberfläche in Luft oder Öl für jede Lichtart reflektiert wird. Damit ist der Anfang gemacht, die wichtigste Eigenschaft der Erzanschliffe, das Reflexionsvermögen und die Reflexfarbe quantitativ zu erfassen. Eine Anzahl der bisherigen Messungsergebnisse wurden mitgeteilt.

15. W. HARTWIG, Berlin: „Über die Struktur des Analcim." Die wasserklaren, fast theoretisch reinen Krystalle von den Cyklopeninseln wurden mit Drehaufnahmen und Pulverdiagrammen untersucht. Es ergibt sich die Kantenlänge des Elementarwürfels zu $a = 13.68 \pm 0.02$ Å; die Zahl der Moleküle darin ist 16. Es liegt ein körperzentriertes Gitter vor. Von den kubischen Raumgruppen ist nur O_h^{10} möglich. Die Parameter von Si und O sind noch nicht genau bekannt, Na bzw. Al liegen in [000] und [$^1/_8$ $^1/_8$ $^1/_8$].

16. G. MENZER, Berlin: „Über die Krystallstruktur des Kryolith." Drehaufnahmen um [001], [010] und [110] ergaben ein einfach monoklines Gitter $I'm$ mit $a_0 = 5.392$ Å, $b_0 = 5.594$ Å, $c_0 = 7.764$ Å mit 2 Molekülen Na_3AlF_6 im Elementarepiped. Das daraus sich ergebende Axenverhältnis stimmt gut mit dem altbekannten überein. Es kommen die Raumgruppen C_{2h}^5 und C_{2h}^6 in Frage; eine Entscheidung war noch nicht möglich. Die Parameter konnten mit Hilfe der Atomradienhypothese festgesetzt werden.

17. E. SCHIEBOLD, Leipzig: „Vorschläge zur Nomenklatur der 230 krystallographischen Raumgruppen." Im Auftrage der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft hat der Vortragende eine auf der Herleitungsart basierte folgerichtige und leicht verständliche Bezeichnungsweise ausgearbeitet. Durch eine große Anzahl von Modellen und Bildern wurde sie glücklich veranschaulicht. Hoffentlich wird sie nun auch angewendet, damit nicht eine ähnliche Verwirrung entsteht, wie sie bei den 32 Symmetrieklassen herrscht!

18. C. M. CARDOSO, Madrid: „Über die gesetzmäßige Verwachsung von Cyanit mit Staurolith." Die gesetzmäßige Verwachsung des rhombischen Staurolithes und triklinen Cyanits wird auf ihre feinbauliche Grundlage zurückgeführt. Durch Drehkrystallaufnahmen und Lauediagramme wurde festgestellt, daß die Translationsperioden in der Verwachsungsebene sehr ähnlich sind und sich nur um 5/100 Å = 0.4% unterscheiden.

Die Sauerstoffionen, die eine kubisch dichteste Kugelpackung bilden, spielen wegen ihrer Größe in bezug auf die anderen Elemente die wichtigste Rolle (Gitterträger). Sie haben die gleiche Verteilung in der Verwachsungsebene beider Mineralien.

19. E. HERLINGER, Dahlem: „Über Zusammenhang zwischen Gitterträgerbau und Eigenschaften der Krystalloberfläche." Die beiden letzten Vorträge waren für die Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte angemeldet, wurden aber, um Doppeltagungen zu vermeiden, schon im Rahmen der Dtsch. Min. Ges. gehalten.

Zuschriften.

Der Herausgeber bittet, die *Zuschriften* auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken, bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Für die Zuschriften hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Besteht zwischen der elektrischen Elementarladung e und dem Planckschen Wirkungsquantum h eine universelle Beziehung?

Die klassische Elektrizitätstheorie stößt bei zwei Problemen auf besonders große Schwierigkeiten in dynamischer Beziehung. Erstens vermag sie es nicht zu erklären, warum die elektrischen Elementarteilchen trotz der großen elektrostatischen Abstoßungskräfte, die nach der klassischen Theorie in ihrem Innern bestehen müßten, nicht zerspringen; und zweitens gibt sie keinerlei Aufschluß darüber, wie die strahlungsfreie Rotation der Elektronen auf gequanteten Bahnen möglich ist. Bei aller sonstigen Verschiedenheit weisen diese beiden Probleme in zweierlei Hinsicht eine Ähnlichkeit auf. Erstens handelt es sich in beiden Fällen darum, daß Gebilde existenzfähig und stabil sind, die es nach der klassischen Theorie nicht sein dürften; und zweitens ist in beiden Fällen diese Existenzfähigkeit und Stabilität nur dann vorhanden, wenn die charakteristische Größe des betreffenden Gebildes — nämlich die Ladung beim elektrischen Elementarteilchen und die Wirkungsgröße beim strahlungsfrei rotierenden Elektron — ganz bestimmte diskrete Werte (e bzw. Vielfache von h) haben.

Diese Ähnlichkeit legt die Vermutung nahe, daß die beiden genannten Schwierigkeiten der klassischen Theorie auf eine gemeinsame Ursache zurückzuführen sind. Diese gemeinsame Ursache würde sich mathematisch u. a. darin äußern, daß e und h keine voneinander unabhängigen Konstanten sind, sondern daß zwischen ihnen eine universelle Beziehung besteht.

Um diese Beziehung abzuleiten, müßte man natürlich eigentlich die als existierend hypothetisch vorausgesetzte gemeinsame Ursache der beiden genannten Schwierigkeiten kennen. Aber für diese gemeinsame Ursache fehlt einstweilen fast jeglicher Anhaltspunkt.

Völlig unabhängig von dieser gemeinsamen Ursache muß die gesuchte Beziehung zwischen e und h aber zwei Bedingungen genügen: erstens muß sie eine *dimensionsmäßig* richtige Gleichung sein, und zweitens dürfen in ihr nur universelle Konstanten vorkommen. Diese beiden Bedingungen reichen aus, um die gesuchte Beziehung zwischen e und h fast vollständig abzuleiten.

Es hat

h die Dimension: $\dfrac{M \cdot L^2}{T}$,

e die Dimension: $\dfrac{M^{\frac{1}{2}} \cdot L^{\frac{3}{2}}}{T}$,

e^2 die Dimension: $\dfrac{M \cdot L^3}{T^2}$.

Der Quotient $\dfrac{e^2}{h}$ hat also die Dimension einer Geschwindigkeit. Nun gibt es eine universelle Konstante

von der Dimension einer Geschwindigkeit, nämlich die Lichtgeschwindigkeit c.

Es gilt daher die Gleichung:

$$h = z \cdot \frac{e^2}{c}, \qquad (1)$$

wobei z eine universelle Konstante von der Dimension einer reinen Zahl ist. Setzt man für e den MILLIKANschen Wert $4{,}774 \cdot 10^{-10}$, für h den nach SOMMERFELD „Atombau und Spektrallinien" zur Zeit besten Wert $6{,}545 \cdot 10^{-27}$ und für c den Wert $3 \cdot 10^{10}$, so ergibt sich für z der Zahlenwert 861,5.

An und für sich besagt Gleichung (1) zunächst nichts weiter, als daß h und $\frac{e^2}{c}$ dieselbe Dimension haben. Einen positiven Inhalt würde Gleichung (1) erst dann bekommen, wenn es gelänge, die Konstante z durch *bekannte* universelle Konstanten auszudrücken; und dies gelingt in der Tat.

Es gibt nämlich noch eine universelle Konstante von der Dimension einer reinen Zahl, nämlich das Massenverhältnis der beiden Elementarbausteine der Materie, des Protons und des Elektrons.

$$\frac{m_P}{m_E} = 1845{,}_0{}^*.$$

* Dieser Zahlenwert ergibt sich durch Multiplikation der nach LANDOLT-BÖRNSTEIN zur Zeit besten Werte des Wasserstoffatomgewichts 1,0077 und des reziproken „Atomgewichts" des Elektrons 1832,8, sowie nachfolgenden Abzug von 1. Dieser Abzug hat seinen Grund darin, daß es sich nicht um den Quotienten der Massen von Wasserstoff*atom* und Elektron, sondern um den Quotienten der Massen von Wasserstoff*kern* und Elektron handelt.

Der Quotient zwischen dieser Zahl und z hat den Wert $2{,}142_8$, und dies ist bis auf $^1/_3$ Promille gleich $\pi - 1$.

Die gesuchte Beziehung zwischen e und h würde also lauten:

$$h = \frac{1}{\pi - 1} \cdot \frac{m_P}{m_E} \cdot \frac{e^2}{c}. \qquad (2)$$

Ob die außerordentlich genaue zahlenmäßige Übereinstimmung zwischen

$$\frac{\frac{m_P}{m_E}}{z} \quad \text{und} \quad \pi - 1$$

rein zufälliger Natur ist, oder ob ihr eine physikalische Bedeutung zukommt, und wenn ja, welche, müßten weitere Untersuchungen zeigen, die positivenfalls natürlich vor allem die Bedeutung des Faktors $\pi - 1$ erklären müßten.

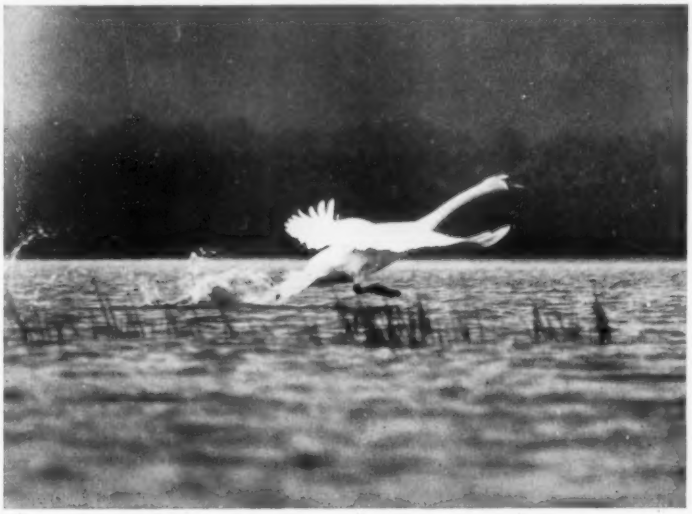
Berlin, den 20. November 1928.

JOSEF PERLES.

Besprechungen.

BENGT BERG, **Tookern. Der See der wilden Schwäne.** Berlin: Dietrich Reimer (Ernst Vohsen) 1928. 222 S. u. 135 Abb. 16×23 cm. Preis RM. 10.50.

Der meist gelesene Autor in seinem Heimatlande ist der Tierforscher BENGT BERG. Auch in Deutschland wächst seine Gemeinde von Jahr zu Jahr. Diesmal sucht er das Herz der Natur an dem schwedischen Schilfsee des Tookern. Tausende von Sumpf- und Wasservögeln aller Art beleben diesen stellenweise von dichter Pflanzendecke überzogenen See. Besonders charakteristisch sind für dieses eigenartige Landschaftsbild die wilden Schwäne, die hier zu Tausenden nisten, brüten, durch die Wogen brausen und mit dem Sturm dahin fliegen. BENGT BERG hat diese Welt voll Schönheit mit Kamera und Feder festgehalten. Wir bringen einige seiner schönen Schwanenaufnahmen.



Botanische Mitteilungen.

Wuchsstoffe und Wachstum. Es kann als das sichere Ergebnis der neueren reizphysiologischen Forschung betrachtet werden, daß von der Spitze der Keimscheide (Koleoptile) von Avena (Hafer) Wuchsstoffe produziert werden, die in dem Organ nach abwärts wandern und so das Wachstum der tieferliegenden Regionen regulieren. Es ist nun WENT jun. (Rec. d. trav. bot. néerl. **25**..1928) geglückt, diesen Vorgang in sehr wesentlichen Einzelheiten aufzuhellen. Das ist auf Grund einer ganz besonderen Versuchsmethodik möglich gewesen, die sich an frühere Untersuchungen von STARK anschließt. WENT ging dabei in folgender Weise vor: Koleoptilspitzen von Avena wurden abgeschnitten und auf Scheibchen von 3proz. Agar aufgesetzt, in den nun die Wuchsstoffe hinabdiffundieren konnten. Diese Scheibchen wurden in sorgfältigster Weise hergestellt und nachher in gleiche Würfelchen zerteilt, so daß die Sicherheit bestand, daß in jedem Würfelchen dieselbe Menge von Wuchsstoff vorhanden war, und zwar proportional der Zahl der aufgetragenen Spitzen. Diese Agarwürfelchen wurden nun den Stümpfen von Koleoptilen am oberen Schnittrand seitlich angesetzt, und es erschien nun eine Krümmung, die von der Kontaktflanke abgekehrt war. Es ist dies

eine Folge der Tatsache, daß nun in der Kontaktflanke Wuchsstoffe abwärts wandern, so daß diese Flanke gegenüber der Gegenflanke einen Wachstumsüberschuß aufweist, wodurch zwangsläufig eine Krümmung erscheinen muß. Durch Veränderung der Versuchsbedingungen konnte WENT nun zeigen, daß die Krümmung proportional der Konzentration des Wuchsstoffes ist. Dieser Nachweis gelang in verschiedener Weise. Dadurch, daß einem Agarwürfelchen, das mit Reizstoff beladen war, ein anderes ohne Reizstoff aufgesetzt wurde, konnte veranlaßt werden, daß nunmehr der Reizstoff, wenn man nur lange genug zuwartet, sich auf die beiden Würfelchen gleichmäßig verteilt und schließlich in beiden nur mehr in halber Konzentration vorhanden ist. Wird die Manipulation in derselben Weise wiederholt, dann tritt eine vierfache Verdünnung ein. Eine solche Serie, die wie alle Versuche mit einer großen Individuenzahl ausgeführt wurde, führte zu folgendem Ergebnis:

1. Wuchsstoff unverdünnt Krümmung 11,2°;
2. Wuchsstoff auf $^1/_2$ verdünnt Krümmung 5,5°;
3. Wuchsstoff auf $^1/_4$ verdünnt Krümmung 2,8°.

Man erkennt ohne weiteres, daß der Grad der Krümmung der Konzentration des Wuchsstoffes direkt proportional ist.

Eine Verschiebung der Konzentration des Wuchsstoffes ist aber auch dadurch möglich, daß man die Zahl der Spitzen, die auf das Agarscheibchen aufgesetzt werden, verändert. In einem Versuche gaben Agarscheibchen, denen 4 Spitzen 120 Minuten aufgesetzt waren, eine Krümmung von 11,2°, wurden aber nur 2 Spitzen genommen, so war nach derselben Einwirkungsdauer die erzielte Krümmung 5,5°, also innerhalb der Fehlergrenze genau die Hälfte.

Schließlich kann man aber die Versuchsbedingungen noch in der Weise variieren, daß man die Einwirkungsdauer der Koleoptilspitzen auf den Agar ändert. Man läßt also eine bestimmte Anzahl von Spitzen 30 Minuten, 60 Minuten und 120 Minuten einwirken. Auch hier ergibt sich bis zu einer gewissen Grenze Proportionalität. Das gilt aber hier wie bei den bisher genannten Versuchen nur bis zu einer bestimmten Konzentration. Geht man darüber hinaus, dann zeigt sich, daß ein gewisser Grenzwinkel nicht überschritten wird, daß dann also eine weitere Steigerung der Wuchsstoffmenge wirkungslos wird. Es muß also ein Faktor vorhanden sein, der die Reaktion nach oben hin begrenzt, und diesen Faktor erblickt WENT in dem *Baustoffmaterial*. Sehr schön sind diese Verhältnisse aus der beigegebenen Figur zu ersehen, die einer typischen Blackman-Kurve entspricht: im ansteigenden Teil wirkt die Wuchsstoffmenge, im horizontalen das Baustoffmaterial begrenzend.

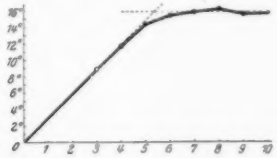


Fig. 1. Beziehung zwischen Wuchsstoffmenge und Krümmungswinkel. Abszisse: Wuchsstoffmenge. Ordinate: Krümmungswinkel.

Es ist nicht geglückt, die Natur des Wuchsstoffes aufzuhellen, nur soviel ergab sich, daß sein Molekulargewicht (bestimmt aus der Diffusionsgeschwindigkeit) etwa 300 — 400 sein muß. Es muß angenommen werden, daß es sich um eine organische Substanz handelt. Im Pflanzenorgan selber ist die Weitergabe des Wuchsstoffes sicher kein reiner Diffusionsvorgang, der viel zu viel Zeit in Anspruch nehmen würde, vielmehr wirkt hier sicher die Plasmaströmung, die BRAUNER in der Koleoptile nachgewiesen hat, beschleunigend mit. Das hat WENT in folgender origineller Weise bewiesen: Agarplättchen, die mit Wuchsstoff nach dem bekannten Verfahren beladen sind, werden auf Koleoptilzylinder aufgelegt, die ihrerseits auf wuchsstoffreiem Agar aufruhen. Es zeigt sich im Kontrollexperiment, daß die Wuchsstoffe in kurzer Zeit nach unten gelangt sind, und zwar in einer Zeitspanne, die für reine Diffusion viel zu gering ist. Der Transport erfolgt aber nur von der Spitze nach der Basis, die Koleoptile ist also polar gebaut. Wichtig ist ferner, daß der Wuchsstoff auch imstande ist, Wachstum bei völlig ausgewachsenen Stümpfen neu zu induzieren.

Den interessantesten Teil der WENTschen Arbeit bilden Experimente, die eine Brücke zwischen dem Walten der Wuchsstoffe und den phototropischen Reaktionen zu schlagen suchen. Es wurde schon wiederholt an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß das Problem noch mitten im Fluß ist. Daß die phototropische Reaktion durch relative Wachstumsverschiedenheiten der Licht- und der Schattenflanke zustande kommt, ist ja selbstverständlich. Man hat aber bisher die Frage vielleicht zu sehr unter der Alternative angeschaut, daß entweder lediglich das Wachstum auf der Lichtseite gehemmt (PAÁL), oder aber auf der Schattenseite beschleunigt wird (so fänden die Versuche BOYSEN-JENSENS eine einfache Erklärung). Im einen Fall würde das *mittlere* Wachstum verlangsamt, im anderen beschleunigt. WENT aber diskutiert die weitere Möglichkeit, daß die Krümmung unter gleichbleibendem mittleren Wachstum zustande kommt, derart, daß auf der Lichtseite eine Hemmung eintritt, der eine entsprechende Förderung auf der Schattenseite entspricht. Ein solches Verhalten könnte man sich so verständlich machen, daß die normalerweise abströmenden Wuchsstoffe bei einseitiger Belichtung verschieden verteilt werden und unter diesen Umständen vorzugsweise auf der Schattenseite wandern. Für diese Art die Dinge zu sehen, kann WENT folgenden beachtenswerten Versuch ins Feld führen: Man stellt Koleoptilspitzen genau über der Grenzlinie zwischen 2 Agarscheibchen auf, zwischen denen ein Glimmerplättchen eingeschaltet ist. Auf diese Weise ist es möglich, die von der Licht- und der Schattenflanke abwandernden Wuchsstoffe getrennt aufzufangen. In beiden Agarscheibchen ist nun Wuchsstoff vorhanden. Wenn man aus ihnen nun Agarwürfelchen herstellt und diese wie bisher auf ihren Wirkungsgrad untersucht, so zeigt sich, daß auf der Schattenflanke wesentlich mehr Wuchsstoff nach unten abgegeben wird als auf der Lichtflanke. Die addierte Wuchsstoffmenge ist etwa gleich groß als diejenige, die von unbelichteten Koleoptilen abströmt — in Wirklichkeit bleibt sie ein wenig dahinter zurück —, aber nach dem Ausfall der Versuche ist im Agar der Schattenseite etwas mehr als die doppelte Wuchsstoffmenge zu verzeichnen als auf der Lichtseite, was mit der Vermutung von WENT in schönstem Einklang steht. WENT gelangt also zu dem Schluß, „daß durch den Lichtabfall in der Spitze der Wuchsstoffstrom, der sonst allseitig gleichmäßig basalwärts verläuft, abgelenkt wird und in der jetzt induzierten Richtung eine Zeitlang weitergeht". Von dieser Warte aus kommt man um die Nötigung herum, das Vorhandensein besonderer phototropischer Reizstoffe anzunehmen, worin eine gewisse Vereinfachung gegenüber anders-

artigen Auffassungen liegt. Diese Feststellungen laufen zusammen mit bestimmten neuen Beobachtungen von BEYER, nach denen das mittlere Wachstum einseitig belichteter Avenakoleoptilen keine Veränderungen zeigt.

Zum Schlusse unterzieht WENT noch die bekannte BLAAUWsche Theorie einer eingehenden Kritik. Von entgegengesetzten Vorstellungen ausgehend — das ist besonders wichtig — gelangt er im Einklang mit PISEK und BEYER zu dem Schluß, daß die phototropischen Krümmungen, sowie man sie einer quantitativen Analyse unterzieht, nicht den Bedingungen entsprechen, die nach dem BLAAUWschen Standpunkt zu erwarten wären. Das gilt sowohl, wenn man die empirisch beobachteten Krümmungen einer mathematischen Analyse unterzieht, aber auch von der Warte der Wuchsstoffe aus, wie bei WENT im einzelnen dargetan wird. Und somit mehren sich die Stimmen, die gegen die BLAAUWschen Gedankengänge sprechen, was besonders deshalb Beachtung verdient, weil kurz zuvor ein in demselben Institut, in dem die Arbeit von WENT jun. entstanden ist, eine Arbeit von DILLEWIJN heraus kam, die hinsichtlich der BLAAUWschen Theorie den entgegengesetzten Standpunkt einnimmt.

Zur Frage nach den Wuchshormonen des Getreides. Mit einer originellen Versuchsmethodik hat vor 2 Jahren CHOLODNY den Nachweis erbracht, daß die Wuchshormone, die normalerweise von der Koleoptilspitze der Gramineenkeimlinge gebildet werden, ihre Wirksamkeit auch bei der Übertragung auf ganz fernstehende Pflanzengattungen bewahren. CHOLODNY ging in der Weise vor, daß er aus Keimstengeln der schmalblättrigen Lupine (Lupinus angustifolius) Zylinder herausschnitt. Aus diesen Zylindern, die ihrer Organspitze (Keimblätter plus Plumula) beraubt waren, wurden vermittels eines Korkbohrers der mediane Teil herausgestanzt, so daß Hohlzylinder übrig blieben, die nur noch ein ganz minimales Wachstum zeigten. Das erklärt sich dadurch, daß hier der Bildungsherd der Wuchsstoffe, der in der Organspitze liegt, nicht mehr vorhanden ist. Schiebt man nun in den Hohlraum Koleoptilspitzen von Zea (Mais) ein, dann zeigen solche Zylinder gegenüber den hohl verbliebenen deutlich gesteigertes Wachstum, offenbar deshalb, weil aus der eingefügten Spitze auf dem Wege der Diffusion Zea-Wuchsstoffe auf die Lupinenhypokotyle übertragen werden: die Wuchsstoffe der Gramineen wirken somit auch auf Papilionaceen. Der Versuch wurde noch in der Weise variiert, daß in 2 Vergleichsreihen einmal leere Hohlzylinder zur geotropischen Reizung horizontal gelegt wurden, das andere Mal Hohlzylinder, die mit einer Zeaspitze ausgestattet waren. Es zeigte sich, daß die leeren Hohlzylinder gerade bleiben, die Zylinder aber mit Zeaspitzen eine auffällige geotropische Aufrichtung aufweisen. Auch hier werden wieder die Wuchsstoffe für den Eintritt der geotropischen Reaktion verantwortlich gemacht: die geotropische Krümmungstendenz im Hypokotylzylinder gelangt erst zum Austrag, wenn dieser durch die Zufuhr der Zea-Wuchsstoffe in einen günstigeren Wachstumszustand versetzt wird, wobei freilich noch die Hilfsannahme gemacht wird, daß diese Wuchsstoffe infolge des gerichteten Einflusses der Schwerkraft leichter nach unten als nach oben wandern. Anschließend an diese Versuche von CHOLODNY hat nun seine Schülerin M. MOISSEJEWA die Experimente weiter ausgebaut (Bull. Jard. Bot. Kiew **1928**, russ., deutsches Resumé). Sie konnte zeigen, daß die Versuche auch dann glücken, wenn man Zeaspitzen in Hohlzylinder von anderen Lupinenarten (L. luteus, L. albus) einsetzt, desgleichen, wenn man statt der Zeaspitzen solche von anderen Gramineen verwendet (Avena, Coix). Es handelt sich also bei dieser Übertragungsmöglichkeit um eine Erscheinung von weiterer Verbreitung. Weiterhin zeigte sich, daß eingefügte Koleoptilen auch dann wirksam sind, wenn sie ihrer äußersten Spitze beraubt werden, wobei allerdings ihre Wirksamkeit um so mehr abnimmt, je mehr von der Spitze entfernt wurde. Das besagt, daß die Menge der Wuchsstoffe nach der Basis der Koleoptile zu rasch abnimmt. Strenger scheint die Lokalisation — bemessen nach dem Einfluß des Dekapitierens — bei der Haferkoleoptile zu sein. Anschließend an bestimmte Versuche von WENT hat dann M. MOISSEJEWA nicht nur mit eingesetzten Koleoptilspitzen gearbeitet, sondern mit den in Gelatine aufgefangenen Wuchsstoffen, die aus der Koleoptile gewonnen worden sind. An Stelle der Koleoptile wurden solche Gelatinestückchen in den Hohlzylinder von Lupinen verbracht, und auch hier zeigte sich sowohl Wachstumsförderung wie auch Auslösung der geotropischen Reaktionen, beides Erscheinungen, die ohne die mit Wuchsstoffen gespeisten Gelatinestückchen ausgeblieben wären. Diese Versuche besagen — soweit sie das geotropische Verhalten betreffen — daß es sich hier um den Einfluß der normalerweise vorhandenen Wuchsstoffe handelt und nicht etwa um besondere geotropische Reizstoffe, deren Bildung erst durch die Horizontallegung der Zeaspitze ausgelöst worden wäre, eine Deutung, die man sonst den Versuchen von CHOLODNY geben könnte. Ob freilich solche Reizstoffe bei dem normalen Ablauf geotropischer Reaktionen völlig unbeteiligt sind, ist durch diese an bestimmten Objekten gewonnenen Ergebnisse noch nicht eindeutig widerlegt, so daß wir diese Möglichkeit noch offen halten müssen, wenngleich die vorgetragenen Versuche zu einer solchen Annahme nicht nötigen. Auf jeden Fall wäre die Frage, ob wir in der angegebenen Weise alle geotropischen Reaktionen befriedigend und einheitlich erklären können, noch einer weiteren Analyse würdig.

Untersuchungen über Stoffe, die das Wachstum der Avenakoleoptile beschleunigen. Anschließend an die vorstehende Mitteilung soll noch über gleichzeitige Versuche von NIELSEN berichtet werden, in denen der Rahmen noch etwas weiter gezogen wird [Planta **6** (1928)]. Es gelang nämlich, den Wachstumszustand von Avenakoleoptilen zu beeinflussen durch Stoffe, die von Pilzen gewonnen wurden. NIELSEN ging dabei in folgender Weise vor. Mycelien von Rhizopus (Mucoraceen) wurden in Petrischalen auf Agar kultiviert. Das Mycel wurde dann mit einer Nadel entfernt und aus dem Agar wurden kleine Würfelchen geschnitten. Diese Agarwürfelchen wurden nun der oberen Schnittfläche von dekapitierten Avenakeimlingen seitlich angesetzt. Es zeigte sich, daß bei dieser Behandlung in den Koleoptilstümpfen eine deutliche Krümmung auftritt, die von der Ansatzstelle der Agarwürfelchen abgekehrt ist. Eine solche Krümmung bleibt aber aus, wenn man reine Agarwürfelchen anwendet. Dieses Verhalten ist so zu interpretieren, daß von Pilzmycelien bei ihrer Entwicklung wachstumsfördernde Stoffe gebildet werden, die in den Agar hinein diffundieren. Mit ihnen sind also auch die herausgeschnittenen Agarwürfelchen beladen, und die Krümmung, die in den Avenastümpfen auftritt, ist darauf zurückzuführen, daß nunmehr auf der Flanke, an denen die Würfelchen angesetzt wurden, energisches Wachstum ausgelöst wird. Eine von den Würfelchen abgekehrte Krümmung ist die zwangsläufige Folge. Entsprechende Ergebnisse erzielte NIELSEN mit Mycelien von Absidia (Mucoraceen), während Versuche mit Sporodinia (Mucoraceen), Penicillium und Aspergillus (Aspergillaceen) wirkungslos blieben. Wir können also feststellen, daß ein Teil der untersuchten Pilze die Fähigkeit hat, Stoffe zu pro-

duzieren, die auf den Koleoptilstumpf denselben Wachstumsreiz ausüben, wie er sonst von der Koleoptilspitze ausgeht. Wir erinnern in diesem Zusammenhang an Versuche von E. SEUBERT, die zeigen konnte, daß eine entsprechende Wirkung auch von Speichel ausgeht. Offenbar sind solche Stoffe, die E. SEUBERT als Wachstumsregulatoren bezeichnet, in der Natur weit verbreitet. Ob es sich dabei um chemisch gleichartige Substanzen handelt oder ob nicht vielleicht chemisch ganz verschiedenartige Substanzen denselben äußeren Effekt hervorrufen, was nach den gegebenen Daten eine gewisse Wahrscheinlichkeit hat, das harrt noch der Klärung. Untersuchungen darüber werden in Aussicht gestellt.

Die Verteilung der Lichtempfindlichkeit in der Spitze der Haferkoleoptile. Verschiedentlich ist in der letzten Zeit über die Verteilung der Lichtempfindlichkeit in der Haferkoleoptile gearbeitet worden, nachdem schon die klassischen Untersuchungen von ROTHERT ergeben haben, daß die Sensibilität nicht allenthalben gleich groß, sondern von der Spitze nach der Basis ein sehr starker Abfall zu verzeichnen ist. Das gelangt nun auch in den Studien, die S. LANGE dem Gegenstand gewidmet hat, sehr deutlich zum Ausdruck (Jahrb. f. wiss. Botanik **67**. 1927). Um die verschiedenen Zonen der Koleoptile getrennt reizen zu können, greift LANGE auf eine Methodik zurück, die zuerst BUDER angewendet hat und die gegenüber der Arbeitsweise, über die kürzlich SIERP und SEYBOLD (Jahrb. f. wiss. Botanik 1926) berichtet haben, wesentlich verbessert erscheint: er projizierte von der Seite einen Lichtspalt auf die zu untersuchende Zone und bestimmte die Lichtschwellenwerte, die zur Erzielung einer *deutlichen* Reaktion erforderlich sind. Der Kürze halber sei hier die Tabelle wiedergegeben, in der der Verf. seine Ergebnisse zusammenstellt. (Tabelle 1.) In der 1. Spalte ist die

Lfd. Nr.	Zone μ	Gemessene Schwellen-MKS	Projektion d. bel. Fläche $10^4\ \mu^2$	Schwellenlichtmenge MKS $\cdot 10^4 \cdot \mu^2$	Empfindlichkeit ($K = 10^6$)
1	0—100	47	3,2857	154,43	6475
2	100—200	31	5,6937	176,51	5665
3	200—300	35	6,9590	243,57	4106
4	300—400	42	7,8163	328,28	3046
5	400—500	68	8,4082	571,76	1749
6	500—600	150	9,0816	1362,2	734
7	600—700	275	9,5306	2620,9	382
8	700—800	559	10,020	5602,3	179
9	800—900	817	10,367	8470,0	118
10	900—1000	1180	10,714	12643	79,1
11	0—500	8	32,1629	257,3	3887
12	500—1000	70	49,7132	3479,9	287
13	1000—1500	680	58,182	39564	25,3
14	1500—2000	6290	64,470	405516	2,47
15	0—1000	5,3	81,876	434	2304
16	1000—2000	570	122,652	69912	14,3
17	2000—3000	5590	142,592	997100	1,25

laufende Versuchsnummer verzeichnet. Die 2. Spalte gibt die Länge der belichteten Zone wieder, und zwar von oben nach unten fortschreitend. Die 3. Spalte berichtet über die empirisch gefundenen Schwellen-Meterkerzensekunden, die bei 50% der Individuen — das ist der übliche Maßwert — zu einer deutlichen Reaktion führen. Dieser Wert ist in der Literatur vielfach als die gesuchte Lichtmenge eingesetzt worden, muß aber richtiger auf die belichtete Fläche *F* bezogen werden. Fällt das Licht nicht senkrecht, sondern schräg ein, dann ist an Stelle dieser Fläche *F* aus leicht durchsichtigen physikalischen Gründen ihre Projektion auf die Normale zur Lichtrichtung zu wählen. Da die für die Reaktion in erster Linie entscheidende äußerste Koleoptilspitze konisch verläuft, ist dieses Korrekturglied allenthalben hinzuzufügen. Die berechneten Projektionswerte finden sich in Spalte 4, und aus ihnen werden entsprechend der Gleichung Schwellenlichtmenge = MKS-Schwellenwert × Flächenprojektion die Daten der Spalte 5 gewonnen. Aus ihnen nun ergeben sich die gesuchten Daten für die Lichtempfindlichkeit nach der Gleichung

$$\text{Lichtempfindlichkeit} = \frac{K}{\text{Schwellenlichtmenge}},$$

die in Spalte 6 festgehalten sind. *K* ist dabei eine Konstante, für die willkürlich der Wert 10^6 eingesetzt ist.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen wird die Tabelle verständlich sein. Uns interessieren vorab die für die Empfindlichkeit gefundenen Daten. Überblickt man zunächst die Versuchsreihen 1—10, so findet man ein fortdauerndes Sinken von 100 zu 100 μ bis zu etwa $^1/_{80}$ des Spitzenwertes. Noch deutlicher kommt das heraus in Versuchsreihe 11—14, bei der die Zonen von 500 zu 500 μ gestaffelt sind und auch noch der zweite mm der Spitze mit hereingezogen ist. Es zeigt sich, daß die Abnahme der Empfindlichkeit noch weiter fortdauert und dasselbe in verstärktem Maße ist aus Versuchsreihe 15—17 zu ersehen (1—3 mm, Zonenbreite = 1000 μ). Um die Sache noch für die alleräußerste Spitze einzuengen, wurden noch einmal gesondert die beiden obersten Spitzenzonen von je 50 μ untersucht, und für die erste die Empfindlichkeit 7600, für die zweite der Wert 6422 gefunden. Das heißt aber, daß die äußerste Spitzenzone von 50 μ, *die nur noch eine einzige Zellage hoch ist, über 6000mal empfindlicher ist*, als die Gesamtzone von 2000—3000 μ. Angesichts dieser Sachlage wirft LANGE die Frage auf, ob nicht überhaupt die Sensibilität auf die Spitzenzellen beschränkt ist, und die Empfindlichkeit basalerer Zonen nur dadurch vorgetäuscht wird, daß bei der lokalen Belichtung tieferer Zonen irgendwie auf dem Wege der Brechung im Inneren des Gewebes etwas Licht nach oben gelangt. Das ist eine Interpretation, die weiterhin der Nachprüfung bedarf.

Phototropische und ballistische Probleme bei Pilobolus. Schon seit langer Zeit ist der zu den Mucorineen gehörige Pilz Pilobolus das beliebte Objekt für reizphysiologische Versuche gewesen, aber immer wieder gelingt es, ihm neue interessante Beobachtungen abzugewinnen. So berichten PRINGSHEIM und CZURDA nunmehr über Studien, die speziell das phototropische Verhalten von Pilobolus zum Gegenstand hatten (Jahrb. f. wiss. Botanik **66**. 1927). Wie viele Pilze, so besitzt auch Pilobolus das Vermögen, seine Sporen aktiv auszuschleudern. Hier aber sind es nicht die Einzelsporen, sondern die ganzen Sporangien, welche auf Grund eines besonderen Schleudermechanismus die Reise durch die Luft antreten, wobei gleichzeitig ein Teil des Inhaltes der Sporangienträgers mit nachgespritzt wird. Schon von anderen Autoren wird dabei über beträchtliche Schußweiten berichtet. PRINGSHEIM und CZURDA konnten als maximale Strecke bei optimalem Abschußwinkel 1,8 m feststellen, was etwa das Hundertfache der Länge eines solchen Sporangiums ausmacht. Auf Grund seines sehr stark ausgeprägten positiven Phototropismus schießt der Pilz seine Geschosse nach der Lichtquelle ab. Hält man die Kultur im Dunkeln und bringt bloß kleine Fensterchen an, durch welche die Strahlen einseitig eindringen können, dann ist man imstande, die Treffsicherheit zu bestimmen, besonders, wenn man das Fenster mit durchsichtigem Papier abdichtet, um die abgeschleuderten Sporangien aufzufangen. Nicht alle Geschosse treffen

das Fenster, vielmehr findet eine gewisse Streuung statt, die mit der Länge der Flugbahn zunimmt. Wirkt die Lichtquelle von oben, so daß in vertikaler Richtung geschossen werden muß, dann erfolgt die Streuung gleichmäßig nach allen Richtungen, bei horizontalem Abschießen dagegen findet eine erdwärts gewendete Abweichung statt, weil die Flugbahn nicht geradlinig, sondern aus leicht durchsichtigen Gründen in einer Parabel verläuft. Auch von dem Helligkeitsgrad ist die Streuung abhängig, und zwar bedingt eine mittlere Lichtmenge die exakteste Einstellung. Das deutet darauf hin, daß bei zu intensivem Licht Abstumpfung eintritt. Mit einer originellen Methode konnten die Verff. die Geschwindigkeit bestimmen, mit der die Sporangien durch die Luft fliegen. Über den horizontal aufgestellten Kulturen waren 2 rotierende Scheiben angebracht, die in 10 cm Distanz senkrecht übereinander standen und je 4 freie Sektoren enthielten von 10° Breite. Durch diese Sektoren, die genau übereinander lagen, fiel das Licht von oben ein. Auf der abwärts gekehrten Seite war über die obere Scheibe durchsichtiges Papier gespannt, um die nach oben geschleuderten Sporangien aufzufangen. Da die Sporangien eine gewisse Zeit brauchen, um den Raum zwischen der unteren und der oberen Scheibe zu durchmessen, so treffen sie natürlich nicht genau auf dem oberen Lichtspalt an, zeigen vielmehr eine mittlere Abweichung von 10°. Unter Berücksichtigung der durchmessenen Strecke läßt sich hieraus die beträchtliche Geschwindigkeit von 15 m/sec. berechnen. Schließlich versuchten die Verff. noch die Frage zu entscheiden, ob bei der gleichzeitigen Einwirkung von 2 Lichtquellen, die unter verschiedenem Winkel auftreffen, das „Resultantengesetz", dessen Gültigkeit für die phototropischen und phototaktischen Reaktionen von Pflanzen schon verschiedentlich ermittelt ist, auch für die Richtung der Flugbahnen der Sporangien von Pilobolus zu Recht besteht. Danach müßten sich die Geschosse in die Richtung der physikalischen Resultante einstellen. Über diesen Gegenstand existiert schon eine Mitteilung von JOLIVETTE, die besagt, daß das Resultantengesetz nicht zutrifft, daß die Sporangien sich vielmehr zur Hälfte der einen, zur Hälfte der anderen Lichtquelle zuwenden und den Zwischenraum, in dem die Resultante liegt, freihalten. Für größere Winkeldifferenzen über 16° konnten die Verff. diese Angaben bestätigen, für kleine (unter 12°) erwies sich das Resultantengesetz als zutreffend, die Sporangien sammelten sich in großer Streuung zwischen den beiden Lichtfenstern an. Diese Feststellungen beziehen sich aber nur auf die Versuche mit *erwachsenen* Sporangienträgern. Die phototropische Einstellung *junger* Träger, die noch nicht keulig gedunsen, sondern zylindrisch mit konischer Zuspitzung am Ende sind, erfolgt streng nach dem Resultantengesetz. Das bringen die Verff. damit in Zusammenhang, daß für die erwachsenen Sporangienträger besondere Komplikationen vorliegen, die zur Folge haben, daß der Strahlengang hier anders verläuft und auf Grund der besonderen physikalischen Verhältnisse diejenigen Strahlen den Ausschlag geben, die den sensiblen Teil des Sporangiums unter spitzem Winkel treffen. Unter diesen, noch nicht ganz durchsichtigen Bedingungen könnte das Resultantengesetz auch für die Reaktionen der erwachsenen Sporangien gerettet werden. Weitere Detailarbeit muß diese Hilfsannahme prüfen.

Pollenanalytische Studien im Gebiet der Lunzer Seen (Niederösterreichische Alpen). Vor einigen Jahren wurde an dieser Stelle über pollenanalytische Untersuchungen von FIRBAS berichtet, die sich auf die Moore der Ostalpen (Salzburg und Steiermark) bezogen. Es konnte als wesentlichster Charakterzug herausgeschält werden, daß sich folgende Waldphasen einander ablösen: 1. Kieferzeit mit verarmter Gehölzflora (Kiefer, Birke, Fichte, am Schlusse auch Hasel), 2. Fichtenzeit mit Einwanderung des Eichenmischwalds und der Erle und 4. Buchen-Tannenzeit, in der sich auch die Hainbuche hinzugesellt. Als wesentlicher Charakterzug gegenüber Südwestdeutschland fällt hier vor allem auf, daß die Fichte der Buche und der Tanne vorauseilt (östliche Fazies gegenüber der westlichen). In diesen Rahmen fügen sich nun in sehr schöner Weise Untersuchungen ein, die GAMS (Int. Rev. d. ges. Hydrobiologie **18**. 1927) im Gebiete der Lunzer Seen in Niederösterreich angestellt hat. Der Aufmarsch der Bäume ist in den Grundzügen derselbe. So haben wir am Obersee (1113 m), Untersee und Rotmoos folgende Entwicklungsetappen: 1. Alleinherrschaft der Kiefer (unmittelbar über Glazialtonen; 2. Birke, Fichte und Hasel erscheinen; 3. der Eichenmischwald betritt das Feld (Ulme, Linde und Eiche); alle diese Etappen gehören noch in die präboreale Phase. 4. Die Fichte (ca. 40%) und nach ihr die Hasel (über 30%) erreichen ihren absoluten Gipfel, Buche und Tanne erscheinen (BOREAL). 6. Die Tanne kulminiert (atlandische Phase) und 7. die Buche kulminiert in zweimaliger Oszillation, wobei der erste Gipfel ins Subboreal, der zweite ins Subatlanticum zu setzen ist, und 8. Kiefer und Fichte erleben einen zweiten Anstieg (jüngste Vergangenheit). Speziell beim Untersee gesellt sich in den ersten Phasen zu der Kiefer noch Weide und Lärche hinzu, und beim Obersee ist an der Kieferkurve Pinus montana zum mindestens mitbeteiligt. Was aber den Spektrenfolgen von GAMS ihre hohe Bedeutung gibt, das ist die Tatsache, daß sowohl beim Obersee, wie auch beim Rotmoos am Anfange der Entwicklung mit aller Deutlichkeit ein doppelter Aufmarsch zu verzeichnen ist, der darauf zurückzuführen ist, daß die Ablagerung organogener Sedimente schon während eines Interstadiums, und zwar zwischen dem Gschnitz- und Daunstadium einsetzte. Die Kiefer erscheint, Birke, Fichte und Hasel folgen ihr nach, vereinzelt auch die Erle (wohl Alnus viridis), und dann tritt wieder eine rückläufige Bewegung ein, derart, daß alle diese Bäume das Feld räumen. Das ist zweifellos die Folge eines erneuten Gletschervorstoßes, der die Baumgrenze wieder herabdrückte und zur Folge hatte, daß die Gehölze nach dem Rückzug des Eises wieder erneut vorstoßen mußten. Analoge Verhältnisse sind neuerdings auch von FIRBAS in den Senftenberger Mooren (Böhmen) verzeichnet worden, wo im Interstadium sogar die Tanne aufmarschierte und in der pollenfreien Zwischenschicht eine so ausgeprägt glaziale Form wie Salix lapponum ihre Reste hinterlassen hat (briefliche Mitteilung). Nach noch unveröffentlichten Untersuchungen des Ref, scheinen die Dinge in Schlesien analog zu liegen. Was den Untersuchungen von GAMS ihren besonderen Wert verleiht, das ist die Tatsache, daß neben den Pollenkörnern auch noch weitgehend andersartige organische Reste herangezogen worden sind, die das Bild des organischen Lebens zur Zeit der Ablagerung der analysierten Schichten vervollständigen. So konnte GAMS in den interstadialen Schichten des Rotmooses nicht weniger als 33 Desmidiaceenarten nachweisen, die in der Gegenwart vollständig fehlen, aber in verblüffender Weise mit den entsprechenden Formen übereinstimmen, die STARK in den zeitlich wohl z. T. übereinstimmenden Seekreideschichten der Bodenseemoore gefunden hat. Vergleicht man die auftretenden Arten, dann ergibt sich ein großer Deckungsgrad, und auch darin besteht Übereinstimmung, daß es sich hauptsächlich um Algenformen handelt, die gegenwärtig

in hohen Alpenlagen zu Hause sind (1900—2200 m). Wir nennen hier nur Cosmarium arctoum, C. crenatum und C. alpinum. Das steht in schönstem Einklang mit den zugehörigen Pollenspektren und berechtigt uns zu dem Schluß, auf ein kühles Klima in jener interstadialen Zeit zu schließen, wo die betreffenden limnischen Schichten zur Ablagerung gelangt sind. Auch die sonstigen organischen Reste (Hypnum revolvens usw.) fügen sich in diesen Rahmen ein. Es ist dringend erwünscht, daß weitere pollenanalytische Studien der Frage interstadialer Ablagerungen ihre besondere Aufmerksamkeit zuwenden. P. STARK.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Neuere Untersuchungen über den Simultankontrast. Seit HERINGS „Lehre vom Lichtsinn" ist die Ansicht wohl allgemein durchgedrungen, daß es sich beim Farben- und Helligkeitskontrast um Erscheinungen eines dynamischen Gleichgewichtes antagonistischer, umkehrbarer Vorgänge handelt, derart, daß das Ablaufen des einen Vorganges in der Umgebung die Bedingungen für den andern verbessert. Von seiner besonderen Annahme, es handle sich dabei um Assimilation und Dissimilation im biologischen Sinn, ist man seit den Untersuchungen G. E. MÜLLERS über den Farbensinn abgekommen.

In einigen neueren Untersuchungen wird die Frage neu angeschnitten, *innerhalb welcher Bereiche die antagonistischen Vorgänge sich ins Gleichgewicht setzen*. HERING hatte noch als selbstverständlich angenommen, daß das Gleichgewicht sich zwischen jedem gereizten Punkt und der *gesamten übrigen Netzhaut* herstelle, derart, daß die gegensätzliche Färbung der Umgebung *nach einem Entfernungsgesetz* abnimmt. Die Erscheinungen des sog. *Randkontrastes* wurden als schlagendster Beleg dieser Annahme betrachtet. Diese Deutung des Randkontrastes ist aber nur möglich, wenn er an *jeder* Grenze zwischen zwei verschiedenfarbigen Feldern unabhängig von deren sonstiger Beschaffenheit und Umgebung auftritt.

Im zweiten Teil seiner Arbeit über „Feldbegrenzung und Felderfüllung" (Psychol. Forschg **4**, 1923, 192—203) zeigt nun KOFFKA, daß diese Bedingung tatsächlich nicht erfüllt ist: Randkontrast tritt gar nicht an der Grenze zweier beliebiger helligkeitsverschiedener Felder auf, z. B. nicht an jedem geteilten Feld, nicht an einer hellen (oder dunklen) Figur in dunkler (oder heller) Umgebung, sondern nur an Feldern, die *zwischen* einem helleren und einem dunkleren Feld liegen, *und zwar derart, daß die beiden Helligkeitsstufen nicht zu verschieden sind*. Es gehören also stets 3 verschiedene Helligkeiten in bestimmter Anordnung zu seiner Erzeugung, und es ist unzulässig, die Verdunklung am einen Rand unabhängig von der Erhellung am andern Rand zu erklären. Über die bestimmten beiderseitigen Helligkeits- und Größenverhältnisse, von denen — immer im Widerspruch zum HERINGschen Entfernungsgesetz — das Auftreten des Randkontrastes außerdem abhängt, muß man sich an Ort und Stelle unterrichten. Hier sei noch folgendes erwähnt: Im ersten Teil der Arbeit hatte KOFFKA gezeigt, daß bei Setzung eines objektiven *Beleuchtungsgradienten* starke Kräfte im Sinne einer Vereinheitlichung der erlebten Helligkeit innerhalb des betreffenden Feldes wirksam sind, und daß diese Kräfte um so stärker sind, je *kleiner* das Feld ist. Umgekehrt *wächst* auch der „Randkontrast" bei Verkleinerung des Zwischenfeldes; d. h. die Kräfte, die ihn erzeugen, müssen schneller wachsen als jene ausgleichenden Kräfte, also unter Umständen von ganz beträchtlicher Stärke sein.

Von anderer Seite greift BENARY das Entfernungsgesetz an in seinen „Beobachtungen zu einem Experiment über Helligkeitskontrast" (Psychol. Forschg. **5**, 1925, 131—142), das auf Anregung WERTHEIMERS im Psychologischen Institut der Universität Berlin durchgeführt wurde.

Aus den oben erwähnten HERINGschen Gesetze, wonach die Kontrastwirkung jedes einzelnen Netzhautpunktes unabhängig von allen anderen nach dem Entfernungsgesetz über die ganze Netzhaut hin stattfindet, folgt unmittelbar, daß die „scheinbare" oder — wie man sich aus guten Gründen in der Psychologie zu sagen gewöhnt hat — die phänomenale oder *erlebte Helligkeit* eines beliebigen Gesichtsfeldes außer von dem örtlichen Reiz von der Summe der von allen umliegenden Punkten ausgehenden Kontrastwirkungen oder „Indukte" bestimmt ist. Daraus folgt weiter, daß ein kleines Feld um so dunkler (heller) erscheinen muß, je mehr Weiß (Schwarz) sich in seiner nächsten Umgebung befindet. BENARY zeigt nun, daß sich Bedingungen herstellen lassen, unter denen genau das Gegenteil der Fall ist; in denen z. B. ein Feld dann heller wird, wenn die Menge des in seiner Umgebung befindlichen Schwarz *verringert* wird (Fig. 1 deutet solche Verhältnisse an: das schwarze Dreieck entsteht durch Beschneiden des Kreuzes).

Fig. 1a.

Fig. 1b.

Die Bedingungen sind einfach: Die Richtung, in der der Kontrast stattfindet, hängt davon ab, „innerhalb" welches größeren Feldes das kontrastleidende graue Dreieck gesehen wird. In Fig. 1a liegt das kleine Dreieck *außerhalb* des Kreuzes im *weißen* Grund, in Fig. 1b dagegen *innerhalb* des großen schwarzen Dreiecks; daher im ersten Falle Verdunkelung, obgleich mehr Schwarz in der Umgebung, im zweiten Falle Erhellung, obgleich weniger Schwarz in der Umgebung. Diese Gesetzmäßigkeit ließ sich durch mannigfache Abwandlung der Bedingungen innerhalb eines recht weiten Bereiches bestätigen.

Sobald das Gesichtsfeld nicht mehr gleichmäßig erleuchtet ist, stellt sich also das Gleichgewicht nicht zwischen jedem Reizpunkt und dem ganzen Rest der Netzhaut her, sondern die Grenzen gewisser Gestalten sind zugleich Grenzen für den Wirkungsbereich des Kontrastes. Und zwar wirken physiologisch als derart „undurchlässige Wände" mit Vorzug solche Grenzen, die besonders einfache, prägnante, leicht definierbare Gestalten einschließen. Beides steht in ausgezeichneter Übereinstimmung mit den Forderungen der Gestalttheorie, nach welcher ungleichmäßige Reizung der Netzhaut im optischen Sektor die Bildung von Phasen bewirkt, deren Aufbau mit dem Aufbau des „phänomenalen" oder *erlebten* Feldes funktional übereinstimmt, derart, daß der erlebten Einheitsbildung: im Falle 1a (schwarze Figur) + (weißer Grund + graue Figur) — im Fall 1b (schwarze + graue Figur) + (weißer Grund) eine wirkliche physiologische Einheitsbildung entspricht; daß also auch die erlebten Grenzen nicht nur gleichgültige „Stellen" sind, wie beliebige andere, sondern daß ihnen physiologisch derselbe Vorrang zukommt, wie einem Potentialsprung oder der Grenzfläche zwischen zwei Flüssigkeitsphasen.

Ergänzend sei noch folgendes erwähnt: Bei BENARYS Versuchen trat im allgemeinen kein „Randkontrast" auf, obgleich das graue Feld, geometrisch genommen, an ein helleres und ein dunkleres grenzte. Das macht die besonderen Bedingungen dieser Erscheinung noch deutlicher: Am mittleren von 3 helligkeitsverschiedenen Feldern A, B, C entsteht nur dann Randkontrast, wenn ihre spontane erlebte Gliederung eben (A) (B) (C) ist, nicht aber, wenn sie (A, B) (C) oder (A) (B, C) ist.
W. METZGER.

Eine neue elektrische Zählmethode für α- und H-Strahlen. (Anwendung rein elektronischer Verstärkung.) Die elektrischen Zählmethoden für Corpuscularstrahlen sind darum so wichtig, weil sie eine fortlaufende objektive Registrierung erlauben im Gegensatz zur Szintillationsmethode mit ihrem Nachteil der subjektiven Beobachtung. Die prinzipiell einfachste Methode besteht darin, daß man die von einem α-Teilchen hervorgerufene Luftionisierung direkt mißt. G. HOFFMANN[1] ist es mit seinem hochempfindlichen Binant-Elektrometer gelungen, diese winzigen Ladungsmengen nachzuweisen und das Verfahren zu α-Teilchen-Registrierungen zu verwenden. Die Methode wird jedoch bei ihrer Subtilität keine allgemeine Verbreitung finden können und für die Registrierung der noch schwächer ionisierenden H-Teilchen noch weniger in Betracht kommen.

Es bieten daher alle Verfahren, welche den primären Ionisierungseffekt eines α-Teilchens zu verstärken und damit leicht beobachtbar zu machen erlauben, ein großes Interesse. Das einzige, bisher gebräuchliche Verfahren bestand nun darin, daß man den Primäreffekt durch Stoßionisierung vergrößerte. Dies geschieht in der ursprünglichen, von RUTHERFORD und GEIGER angegebenen Anordnung und auch bei der später von GEIGER eingeführten, heute allgemein gebräuchlichen Methode des Spitzenzählers. Hier löst der Ionisationseffekt jedes α-Teilchens eine momentane Spitzenentladung aus, die nun leicht elektrometrisch registriert werden kann. In der Kombination des Spitzenzählers mit Elektronenröhren[2] läßt sich der Versuch sogar zu einer Art Knalleffekt am Lautsprecher gestalten, der wohl bald zum eisernen Bestand der Vorlesungsexperimente gehören dürfte. Wie in der genannten Arbeit gezeigt wird, ist die Anordnung so empfindlich, daß ohne weiteres die Auslösung einzelner lichtelektrischer Elektronen zu hören ist.

So einfach nun die Methode des Spitzenzählers ist, so hat ihre zuverlässige Anwendung für Meßzwecke doch Schwierigkeiten bereitet. Die zu verwendende, hohe, in der Nähe des Funkenpotentials liegende Spannung gibt leicht Anlaß zu Störungen (natural disturbances). Das kleinste Stäubchen kann da schon Unsicherheiten herbeiführen. Während zwar die Methode den Vorteil besitzt, auf alle Elementarstrahlen (α-, β-, γ-Strahlen) anwendbar zu sein, bietet sie gerade Schwierigkeiten in der *Unterscheidung* der verschiedenen Strahlenarten. Dies hängt damit zusammen, daß die Verstärkung durch Stoßionisierung in komplizierter Weise von der Primärionisierung abhängt. Erst in allerjüngster Zeit ist es GEIGER und KLEMPERER[3] zu zeigen gelungen, daß man unter Innehaltung besonderer Bedingungen mit dem Spitzenzähler α-Teilchen registrieren kann, ohne daß β-Teilchen ansprechen.

Was nun hier als das Resultat versuchstechnischer Anstrengungen erscheint, das leistet die neue, rein elektronische Verstärkung verwendende Methode, die ich bereits 1926 beschrieben[1] und 1927 auch zur Registrierung von H-Teilchen benutzt habe, ohne weiteres in zuverlässiger Weise. Die neue Methode zeichnet sich ferner dadurch aus, daß sie von irgendwelchen Störungen der Stoßionisierung völlig frei ist, da sie diese gar nicht benutzt. In der endgültigen Ausführung liefert sie Registrierausschläge, welche der Primärionisierung proportional sind. Sie läßt daher α- und H-Teilchen, deren Ionisierungsvermögen sich etwa wie 4 : 1 verhält, mit Leichtigkeit voneinander unterscheiden, eine Tatsache, die bei Arbeiten über Atomzertrümmerung von besonderer Wichtigkeit ist[2]. Die Methode kennzeichnet sich somit nicht nur als Zähl- sondern auch als Meßmethode für elementare Ionisierungseffekte. Im Prinzip hat sie die Vorzüge der eingangs erwähnten HOFFMANNschen Methode. Nur, daß die Messungen nun nicht mehr elektrometrische Rekordleistungen benötigen, sondern mittels Oszillographen, Galvanometern und Lautsprechern durchgeführt werden können.

In der eben erschienenen Arbeit des Herrn RAMELET[3] ist die neue Methode eingehend diskutiert, und sind dort auch Versuche über die beobachteten, eigentümlichen Ionisationsschwankungen einzelner α-Teilchen mitgeteilt. Hier sei nur kurz das Prinzipielle meiner Methode skizziert: Die eine Elektrode eines beliebigen Ionisierungsgefäßes ist mit dem isolierten oder hochohmig abgeleiteten Gitter einer Verstärkerröhre verbunden, während an die andere Elektrode irgendeine konstante (am besten negative) Spannung angelegt wird. Jedes α-Teilchen ruft in der Ionisierungskammer eine momentane Ionisierung hervor. Die an die Gitterelektrode fliegenden Ionen bewirken dort eine kurzdauernde Spannungsänderung. Die entsprechende momentane Änderung des Anodenstromes, die noch äußerst klein ist, wird nun mit irgend einem Niederfrequenzverstärker weiter verstärkt. Die Endlampe kann als Gleichrichter (Audion) geschaltet werden. In ihrem Anodenkreis befindet sich der Registrierapparat (Oszillograph bzw. Lautsprecher). Soll die Methode quantitativ arbeiten, d. h. sollen die Registrierausschläge den primären Ionisierungseffekten proportional ausfallen, so sind Transformatoren als Kopplungsglieder zu vermeiden, und hat man reine Widerstandsverstärkung anzuwenden. Je nach Schaltung und Wahl der Röhren ist die gewünschte Endverstärkung mit einem Aggregat von 4—8 Lampen erreicht worden. Für Demonstrationszwecke ist die Apparatur bei einiger Kenntnis der Verstärkertechnik leicht zusammenzustellen. Immerhin sind, wie in der Arbeit des Herrn RAMELET ausführlich dargelegt ist, für ein einwandfreies Arbeiten verschiedene Umstände zu beachten. Mit diesen praktischen Einzelheiten wird es wohl auch zusammenhängen, daß die Idee der rein elektronischen Verstärkung nicht schon früher aufgegriffen, sondern erst 1926 zum erstenmal realisiert worden ist.
H. GREINACHER.

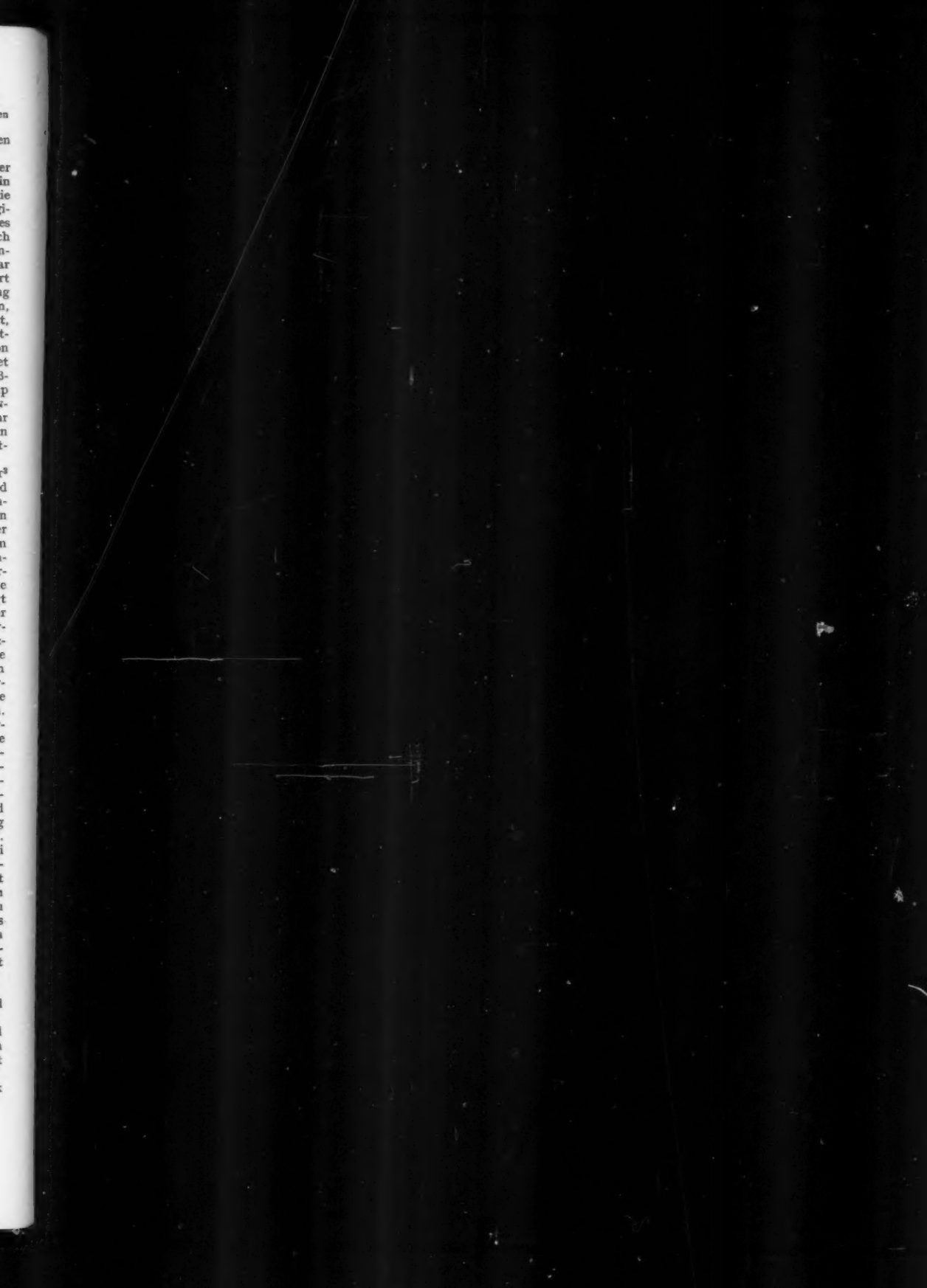
[1] G. HOFFMANN, Physik. Z. **28**, 729 (1927); H. ZIEGERT, Z. Physik **46**, 668 (1928).

[2] H. GREINACHER, Z. Physik **23**, 361 (1924) und **23**, 379 (1924).

[3] H. GEIGER und O. KLEMPERER, Z. Physik **49**, 753 (1928).

[1] H. GREINACHER, Z. Physik **36**, 364 (1926) und **44**, 319 (1927).

[2] Meine Methode ist bereits von G. ORTNER und G. STETTER [Physik. Z. **28**, 70 (1926)] mit einigen Abänderungen in der Zwischenverstärkung benützt worden.

[3] E. RAMELET, Dissertation Bern. Ann. d. Physik **86**, 871 (1928).

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.